

**Untersuchungen aus dem Laboratorium für Anorganische und
Physikalische Chemie der Reichs-Universität in Groningen (Holland).**

**Über die Temperaturabhängigkeit der molekularen freien
Oberflächenenergie von Flüssigkeiten im Temperaturbereich
von -80 bis $+1650^{\circ}$ C.**

VON F. M. JAEGER.

Mit 46 Figuren im Text.

§ 1. Im folgenden sind die Resultate der Untersuchungen zusammengestellt, welche in der Zeit von 1913 bis 1916 im hiesigen Laboratorium mit zeitweiliger Unterbrechung angestellt worden sind über die Temperaturabhängigkeit der sogenannten molekularen Oberflächenenergie von Flüssigkeiten, und zwar bei Temperaturen, welche sich von ca. -80° C bis ca. 1650° C erstrecken. Nachdem die hierauf bezügliche Methode von mir im Winter 1910/11 in großen Zügen im Geophysikalischen Laboratorium des Carnegie-Instituts in Washington ausprobiert war, wurde dieselbe nach Beendigung des Neubaues des Chemischen Laboratoriums der Universität Groningen 1913 weiter entwickelt und mit den Messungen angefangen. Die Bestimmungen bei höheren Temperaturen mußten sodann im Jahre 1914 wegen des großen europäischen Krieges wieder zeitweise eingestellt werden; es wurde dieser Teil der Arbeit aber 1915 bis 1916 wieder aufgenommen, und so liegen jetzt die Ergebnisse an etwa zweihundert organischen und fünfzig anorganischen Flüssigkeiten vor. Die letzteren Resultate beziehen sich auf einige Metalloid-Halogenide, auf eine Anzahl geschmolzener Metallsalze und einige kolloide Lösungen; später werden die Messungen noch ausgedehnt werden über einige zusammengesetzte Silikatmagmen, welche durch die Schmelzung von einer Reihe vulkanischer Ergußgesteine erhalten werden können. Die Publikation dieser Ergebnisse wird deshalb später erfolgen.

Bei einigen der Manipulationen und Bestimmungen, welche in diesem Zusammenhange nötig waren, — besonders bei der Reini-

gung der organischen Flüssigkeiten, sowie bei den Dichtebestimmungen, — wurde ich gelegentlich von meinen Assistenten und Gehilfen unterstützt; so hintereinander von den Herren Doktoranden M. J. Smit und besonders von Dr. Jul. Kahn, denen ich auch hier nochmals für ihre Hilfe meinen besten Dank sage.

Mit ihnen zusammen wurde ein Teil der Resultate schon früher in kleineren Mitteilungen in den „Verslagen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam“ von 1914 bis 1916 publiziert.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, hier nicht nur den genannten Mitarbeitern, sondern auch den beiden Laboratoriumsbeamten J. J. FOLKERS und A. VAN DER MEULEN meinen Dank für ihre tatkräftige Unterstützung bei dem Bau der Apparate usw. auszusprechen.

§ 2. Bekanntlich gehört die genaue Kenntnis der freien Oberflächenenergie der Flüssigkeiten zu den wichtigsten Forderungen der chemischen und physikalischen Wissenschaft, und zahllose Arbeiten sind denn auch erschienen, welche sich mit dieser für alle Probleme, welche sich auf den inneren Bau der Flüssigkeiten beziehen, so unentbehrlichen Größe beschäftigen. Namentlich seitdem auch die Anwendung der thermodynamischen Betrachtungsweise auf diesem Gebiete begonnen hat¹, ist gerade der Frage nach dem Einfluß der Temperatur auf die Kapillarkräfte mehr und mehr Aufmerksamkeit von Seiten der Forscher zugewendet worden. Für die Chemiker insbesondere waren die Betrachtungen von EÖTVÖS² und die Messungen von RAMSAY und SHIELDS³ über die Temperaturabhängigkeit der molekularen Oberflächenenergie, welche die Beziehung zwischen der Molekulargröße und Temperaturkoeffizienten zu befestigen versprochen, von fundamentaler Bedeutung, und in den letzten Jahrzehnten sind daher gerade von Seiten der Chemiker auch eine größere Zahl Arbeiten publiziert worden, die sich auf diesen Gegenstand beziehen.⁴

¹ W. THOMSON, *Proc. Royal Soc.* 9 (1858) 255; *Phil. Mag.* (4) 17 (1859) 61. W. GIBBS, *Thermodynamische Studien* (1892) 66. A. EINSTEIN, *Ann. d. Phys.* 4 (1901) 513. J. D. VAN DER WAALS, *Z. f. physik. Chem.* 13 (1894) 713.

² R. v. EÖTVÖS, *Wied. Ann.* 27 (1886) 448.

³ W. RAMSAY und J. SHIELDS, *Z. f. physik. Chem.* 12 (1893) 433.

⁴ Vgl. u. a. PH. A. GUYE und seine Mitarbeiter, *Journ. de Chim. phys.* 5 (1907) 81, 97; 9 (1911) 505 usw.; P. WALDEN, *Z. f. physik. Chem.* 79 (1912) 700; *Bull. Acad. Petersbourg* (1914) 405. J. L. MORGAN und Mitarbeiter, *Journ. of the Amer. Chem. Soc.* (1913) und (1914); *Z. f. physik. Chem.* 63 (1907) 151; 64 (1908) 170 usw.

Aber gerade die Messungen bei hochschmelzenden Verbindungen sind dabei kaum mit in Betracht gekommen, wohl wegen der außerordentlichen Schwierigkeiten, welche sich der genauen Messung physikalischer Größen bei den höheren Temperaturen entgegenstellen. Diese Lücke auszufüllen, wurden die hier publizierten Untersuchungen unternommen, wobei gleichfalls die Gewinnung einiger diesbezüglicher Daten für die experimentelle Petrologie ins Auge gefaßt wurde, welche Kenntnis für die im hiesigen Institut seit Jahren verfolgten mineralgenetischen Studien von Interesse war. Die hierbei entwickelte Methode ist obendrein von so allgemeiner Anwendbarkeit, daß die Aufgabe, in einem möglichst weiten Temperaturgebiete, inklusive dem der extremen Temperaturen bis 1650° C, die Temperaturkoeffizienten der molekularen freien Oberflächenenergie mit großer Genauigkeit zu messen, jetzt als völlig gelöst gelten kann.

§ 3. Es möge hier gleich am Anfang kurz auf die Bedeutung des Temperatureinflusses auf die Oberflächenkräfte einer Flüssigkeit nochmals hingewiesen werden. Wenn wir mit χ in der Folge den Energieaufwand in Erg bezeichnen, welcher dazu nötig ist, um die Flüssigkeitsoberfläche um 1 cm zu vergrößern, und mit W_s die Wärme, welche gleichzeitig bei isothermer Vergrößerung dieser Oberfläche zugeführt werden muß, während c die spezifische Wärme der Flüssigkeit bei der Temperatur T , S die Oberfläche und J das mechanische Wärmeäquivalent der Nullpunktskalorie¹ (= 41977000 Erg) vorstellt, dann ergibt die Anwendung des ersten und des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik auf die kapillaren Erscheinungen² die beiden Beziehungen:

$$W_s = - \frac{T}{J} \frac{\partial \chi}{\partial T} \quad (1)$$

und

$$\frac{\partial c}{\partial S} = - \frac{T}{J} \frac{\partial^2 \chi}{\partial T^2} \quad (2)$$

Was die Gleichung (1) anbelangt, so kann erstens bemerkt werden, daß bis jetzt der Differentialquotient $\frac{\partial \chi}{\partial T}$ erfahrungsgemäß sich immer als negativ herausgestellt hat, so daß W_s stets positiv zu sein scheint, also zugeführte Wärme bedeutet, wenn die Ober-

¹ Für die mittlere Kalorie ist J zu 41770000 Erg angenommen worden; die Nullpunktskalorie ist 1.005mal größer.

² W. THOMSON, l. c.

flächenvergrößerung isotherm verläuft. Das ist also gleichbedeutend mit der Tatsache, daß sich bei adiabatischer Ausdehnung der Flüssigkeitsoberfläche dieselbe abkühlen würde. Dieses wäre auch bei der Vorstellung, welche man sich von der Molekularwirkung der Teilchen in der Grenzschicht zu machen pflegt, durchaus verständlich; der Quotient $-\frac{\partial \chi}{\partial T}$ stellt weiter nichts als die Entropieänderung der Flüssigkeit vor, wenn die Oberfläche S um 1 cm vergrößert wird, so daß die totale Oberflächenenergie E_s pro Quadratcentimeter $= \chi - T \frac{\partial \chi}{\partial T}$ ist.

Ihrerseits aber sagt die Beziehung (2) aus, daß die spezifische Wärme c nur dann unabhängig von der Flüssigkeitsoberfläche S ist, wenn $\frac{\partial^2 \chi}{\partial T^2} = 0$ ist; d. h. wenn $\frac{\partial \chi}{\partial T}$ eine Konstante ist. Das bedeutet aber, daß χ eine lineare Funktion von der Temperatur sein soll, wenn dieser Fall eintreten wird. Die Frage, ob χ sich linear mit der Temperatur ändert, ist daher von großer Wichtigkeit; denn wenn nicht, d. h. wenn c eine Funktion von S ist, dann muß daraus folgen, daß erstens die spezifische Wärme der Oberflächenschicht eine andere ist als die der übrigen Flüssigkeit; zweitens, daß die Oberflächenenergie wenigstens zum Teil von kinetischer Natur sein muß, im Gegensatz zu der älteren Theorie von LAPLACE und GAUSS. Auf Grund unserer Erfahrungen meine ich die lineare Abhängigkeit von χ und T bezweifeln zu müssen.

Schon aus diesen wenigen Überlegungen ist ersichtlich, welche Bedeutung der Größe $\frac{\partial \chi}{\partial T}$ für die Kapillarercheinungen zukommt; dazu gesellt sich nun aber noch die schon genannte empirische Regel von EÖRVÖS, welche mit dieser Größe $\frac{\partial \chi}{\partial T}$ in unmittelbarem Zusammenhange steht.

Unter der „molekularen“ freien Oberflächenenergie μ einer Flüssigkeit bei einer bestimmten Temperatur T , versteht EÖTVÖS den Ausdruck: $\mu = \chi \left(\frac{M}{d}\right)^{2/3}$; hierin ist M das Molekulargewicht der Flüssigkeit, wie es aus der Dampfdichtebestimmung gefolgert wird, und d das spezifische Gewicht derselben bei der betrachteten Temperatur. Auf Grund von Betrachtungen, welche sich auf das VAN DER WAALSsche Gesetz der korrespondierenden Zustände

gründen, machte es Eörvös wahrscheinlich, daß bei Flüssigkeiten, deren Molekulgewicht mit dem im koexistierenden Dampfe übereinstimmte, der Temperaturkoeffizient $\frac{\partial \mu}{\partial T}$ immer etwa den gleichen Wert von 2.25 Erg pro 1° C haben würde, während er für abnormale, assoziierte Flüssigkeiten kleiner sein sollte.

Tatsächlich hat er, und nach ihm dann RAMSAY und SHIELDS, die Annäherung des genannten Koeffizienten an diesen Wert bei einer gewissen Zahl von Flüssigkeiten mehr oder weniger gut bestätigt gefunden, was jedenfalls als eine sehr glückliche Andeutung betrachtet werden kann bezüglich der schematischen Richtigkeit von Eörvös' Anschauungen. Inwieweit aber aus den abnormen Werten für diesen Koeffizienten auf ein größeres Molekulgewicht der Flüssigkeit geschlossen werden darf, und inwieweit daher die Erscheinung der Assoziation oder Dissoziation damit in unmittelbarem Zusammenhang stehen wird, muß vorläufig dahingestellt bleiben. Die Diskussion dieser Frage ist besser bis später zu verschieben, wenn genügendes Tatsachenmaterial vorliegt.

§ 4. Jedenfalls muß hier noch einiges gesagt werden in bezug auf die an geschmolzenen Salzen gewonnenen Daten. Die Untersuchungen wurden doch überhaupt mit dem Zwecke angefangen, gerade bei diesen Substanzen die Verhältnisse aufzuklären, und zu erforschen, ob tatsächliche Analogien mit dem Verhalten der flüssigen Kohlenstoffverbindungen vorliegen würden. Wäre dies nicht der Fall, so würde damit noch gar nicht gesagt sein, daß man deshalb auf abnorm großes Molekulgewicht solcher Salze zu schließen hätte. Denn die ganze, im obigen skizzierte Betrachtungsweise, ist doch auf dem Gesetze der übereinstimmenden Zustände basiert; und weil die geschmolzenen Salze sicher teilweise, wenn nicht völlig, bei Temperaturen über dem Schmelzpunkte in Ionen gespalten sind, und daher vielleicht kaum von einer kritischen Temperatur die Rede sein kann, so wäre es verfehlt, in solchem Falle Analogieschlüsse ziehen zu wollen, wie es leider gelegentlich geschehen ist.¹ Wenn aber umgekehrt bei dieser Untersuchung unerwarteterweise tatsächliche Analogien mit dem Verhalten der bis jetzt studierten, nicht elektrolytisch gespaltenen, organischen Flüssigkeiten hervortraten, so wäre diese Tatsache an sich schon als von hervorragender Bedeutung für die Beurteilung des Wertes

¹ Vgl. u. a. die schon zitierte Abhandlung von P. WALDEN in *Bull. Acad. St. Petersbourg* (1914).

zu erachten, welche der obengenannten Betrachtungsweise beigelegt werden kann, wo es die Auffindung von Kriterien betrifft, die sich auf den Molekularbau der Flüssigkeiten im allgemeinen beziehen.

Jedenfalls wird die Kenntnis der Temperaturfunktion der Größen χ und μ von großem Interesse bleiben für alle Fragen, welche mit der molekularen Struktur der Flüssigkeiten in Zusammenhang stehen. Und es könnte übrigens bei den Metallsalzen, mit ihrer sehr viel einfacheren chemischen Zusammensetzung als im Falle der Kohlenstoffderivate, die Hoffnung gehegt werden, daß es schließlich hierbei eher möglich sein würde, einen gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen dem absoluten Wert von χ oder μ und der chemischen Konstitution aufzufinden.

So war denn zunächst die Aufgabe zu lösen, eine experimentelle Methode zu entwickeln, die es gestattete, bei 1650° C die Messung der Oberflächenenergie mit derselben Genauigkeit auszuführen wie bei den gewöhnlichen Temperaturen. Erst nach längerer Erfahrung haben wir die Überzeugung erhalten, daß die hier unten beschriebene Arbeitsweise dieser Bedingung tatsächlich vollkommen genügt und daß die erhaltenen Resultate vertrauenswert und innerhalb sehr enger Grenzen wirklich reproduzierbar sind. Daher können die gewonnenen Erfahrungen, namentlich gerade bei höheren Temperaturen, denn auch jetzt mit vollem Zutrauen weiteren Kreisen mitgeteilt werden.

§ 5. Es ist für die Messung der freien Oberflächenenergie von Flüssigkeiten bekanntlich eine größere Zahl von Methoden vorgeschlagen worden; die meisten aber sind für Messungen bei extremen Temperaturen ungeeignet. Natürlich sind die Methoden, bei denen keine Oberflächen von festen Körpern in Betracht kommen, in mancher Beziehung den übrigen vorzuziehen; jedoch waren die der Flüssigkeitsstrahlen¹ sowie der schwingenden Tropfen² hier unbrauchbar wegen den Schwierigkeiten der genauen Beobachtung bei Temperaturen über 1600° C und wegen der sehr hohen Viskosität der Silikatschmelzen. Auch die Methode der Kapillarwellen³, welche für flüssige Metalle auch bei höheren Temperaturen zu einer ziemlich brauchbaren Arbeitsweise zu entwickeln wäre, kann uns z. B. bei solchen Silikaten keine Dienste mehr leisten.

¹ Lord RAYLEIGH, *Proc. Royal Soc.* 29 (1879) 71; 34 (1882) 130.

² P. LENARD, *Wied. Ann.* 30 (1887) 209.

³ W. THOMSON, *Phil. Mag.* (4) 42 (1871) 375.

Wegen der schwierigen Beobachtungen, namentlich bei extremen Temperaturen, kommen auch die Methoden der Oberflächenkrümmungsmessungen, der flachen Tropfen, sowie der Adhäsionsplatten in Wegfall. Die namentlich von QUINCKE und jüngst u. a. von J. L. MORGAN wieder benutzte Methode des Tropfengewichtes, welche sich auf das sogenannte TATESCHE¹ Gesetz stützt, ist öfters kritisiert worden und scheint im allgemeinen anfechtbare Resultate zu liefern; wenn man aber bedenkt, daß ein relativ noch wenig visköses Silikat wie Sillimannit Stunden brauchen würde, um aus einer Iridiumkapillare von 0.2 mm auszufließen, — wenn es überhaupt so weit kommt —, so ist von vornherein auch diese Methode als wenig aussichtsvoll zu erachten.

Am meisten ist bisher die Methode der kapillaren Steighöhe² benutzt worden und auch tatsächlich selbst bei relativ hohen Temperaturen (bis 700° C) zur Verwendung gekommen. Jedoch haben unsere Vorversuche, worüber weiter unten berichtet werden soll, die Überzeugung gegeben, daß bei höheren Temperaturen die Wände der Kapillarröhren vielfach mehr oder weniger von den geschmolzenen Salzen angegriffen werden; dadurch verschmutzt die flüssige Substanz, und weil die Oberflächenspannung, wie bekannt, für minimale Spuren solcher Verunreinigungen außerordentlich empfindlich ist, so kann den erhaltenen Resultaten kaum einiger reeller Wert beigelegt werden.

Ganz gute Resultate hat RICH. LORENZ³ nach dieser Methode bei PbCl₂, AgCl, Mischungen von PbCl₂ und KCl, sowie KNO₃ und NaNO₃ erhalten. Hierbei gehen aber die Versuche über die Nitrate nur bis wenig über 450° C, diejenigen der Chloride bis 650° C. LORENZ zeigte, daß das Angegriffensein des Glases bei den Chloriden davon herrührt, weil diese Salze auch bei höheren Tempe-

¹ T. TATE, *Phil. Mag.* (4) 27 (1884) 176. J. L. MORGAN u. a., *Z. f. physik. Chem.* 63 (1908) 151; 64 (1908) 170; *Journ. of the Amer. Chem. Soc.* (1913) u. (1914).

² W. RAMSAY und J. SHIELDS, l. c. P. VOLKMANN, *Wied. Ann.* 11 (1880) 177; 17 (1882) 353; 28 (1886) 135; 53 (1894) 633, 664; 56 (1896) 457; 62 (1897) 507; 66 (1898) 194. W. F. MAGIE, *Wied. Ann.* 25 (1885) 421. SENTIS, *Ann. d. Phys.* 6 (1887) 571; 9 (1890) 384. Th. RENARD und Ph. A. GUYE, *Journ. de Chim. Phys.* 5 (1907) 81, 97; 9 (1911) 505; 1 (1903) 374; *Arch. de Soc. Phys. nat. Genève* (4) 11 (1901) 449. 537 usw.

³ RICH. LORENZ und F. KAUFLEDER, *Ber. d. D. Chem. Ges.* 41 (1908) 3727. RICH. LORENZ, H. FREI und A. JABS, *Z. f. physik. Chem.* 61 (1908) 468. G. VON HEVESY und RICH. LORENZ, *Z. f. physik. Chem.* 74 (1910) 443. RICH. LORENZ und A. LIEBMANN, *Z. f. physik. Chem.* 88 (1913) 459.

turen Spuren von Wasser zurückhalten, so daß sie infolge hydrolytischer Spaltung spurenweise oxydisch werden. Die betreffenden Oxyde sind es aber, welche das Glas angreifen, während die ganz reinen Chloride auf das Glas nicht einwirken. Die Methode, um ganz reine Halogenidschmelzen zu erhalten, ist von LORENZ ausführlich¹ studiert und angegeben, und bei dessen Untersuchungen immer wieder sorgfältig berücksichtigt worden. Sie besteht bei den Chloriden darin, daß man die Salze in einer Atmosphäre von HCl-Gas möglichst langsam auf höhere Temperatur erwärmt und sie schließlich darin zum Schmelzen bringt.² Die lichtempfindlichen Chloride wie z. B. AgCl müssen überdies durch Einleiten eines Chlorstromes in die chemisch reine Form übergeführt werden. Immerhin versagt diese Methode der Messung der Oberflächenspannung naturgemäß, sobald man in die Nähe des Erweichungspunktes des Glases kommt.

Bei den geplanten Versuchen in Öfen für Temperaturen bis 1650° C war es obendrein wegen der durch mannigfaltige Erfahrung gewonnene Einsicht, daß nur ein ganz kleiner Teil des Ofenraumes tatsächlich als ohne Temperaturgradienten betrachtet werden kann³, geboten, eine Methode zu wählen, welche es gestattete, den nötigen Meßraum möglichst einzuschränken. Und so ergab sich dann endlich wohl die ursprünglich von SIMON⁴, später von CANTOR⁵ genauer angegebene Methode, wobei die Maximalspannung gemessen wird, welche gerade dazu nötig ist, um eine am Ende einer in die Flüssigkeit getauchten, scharfkantigen Kapillare gebildete Gasblase gerade zum Platzen zu bringen, wohl als die für den vorliegenden Zweck am meisten entsprechende. Im Gegensatze zu der von W. JÄGER, HOCK, LINE-

¹ Vgl. insbesondere F. GRÜNAUER, *Z. f. anorgan. Chem.* **39** (1904) 390, sowie RICH. LORENZ und F. KAUFLEER, *Elektrochemie geschmolzener Salze* in BREDIGS *Handb. d. angew. physik. Chem.* (Leipzig 1909) Bd. II, Abt. 1, S. 26. RICH. LORENZ, *Kolloidzeitschrift* **18** (1916) 177.

² Diese Methode wurde ja bekanntlich auch von TH. W. RICHARDS und seinen Mitarbeitern bei der Bestimmung der Atomgewichte durch Analyse der reinen geschmolzenen Halogenide angewendet, wobei sich genau dieselben Erfahrungen ergeben haben.

³ F. M. JÄGER, *Eine Anleitung zur Ausführung exakter physiko-chemischer Messungen bei hohen Temperaturen* Groningen (1913) 5, 36, 64.

⁴ M. SIMON, *Ann. de Chim. et Phys.* [3] **32** (1851) 5.

⁵ M. CANTOR, *Wied. Ann.* **47** (1892) 399. R. FEUSTEL, *Drudes Ann.* **16** (1905) 61.

BARGER, WHATMOUGH u. a.¹ befolgten Arbeitsweise, eignet sich die von CANTOR angegebene auch für absolute Messungen von χ ; bei sehr scharfem Rande der Kapillare kommt nämlich der Einfluß des Randwinkels nicht mehr in Betracht.

§ 6. Bevor nun bezüglich dieser hier gewählten Arbeitsweise auf Einzelheiten eingegangen wird, soll erst einiges erwähnt werden in bezug auf Versuche, welche angestellt wurden, um die Methode der kapillaren Steighöhe auch bei geschmolzenen Metallsalzen zu verwenden, obgleich, wie schon gesagt, diese Versuche schließlich eingestellt wurden, weil sie bei hohen Temperaturen keine zuvertrauenswürdigen Daten zu liefern imstande waren. Die hier gemachten Erfahrungen können jedoch eventuell anderen Beobachtern später von Nutzen sein, während zu gleicher Zeit auch eine kritische Zusammenstellung der bis jetzt publizierten Daten in dieser Beziehung stattfinden kann.

Sodann werden wir die von uns gewählte Apparatur und Beobachtungsweise im Detail beschreiben und die etwaigen Korrekturen der Beobachtungen diskutieren.

Dann folgt die Beschreibung der nötigen Dichtebestimmungen bei höheren Temperaturen und schließlich das vollständige Verzeichnis aller Messungen und Rechnungen an den organischen Flüssigkeiten, kolloiden Lösungen und geschmolzenen Salzen. Schließlich wird mit einer allgemeinen Diskussion der erhaltenen Resultate die Arbeit abgeschlossen. Es ist zu bedauern, daß wegen der ungünstigen Umstände jetzt die Untersuchungen z. B. an geschmolzenen Silikaten bis späterhin verschoben werden müssen müssen.

§ 7. Schon mehrmals ist versucht worden, die Oberflächenspannung geschmolzener Salze zu messen²; die meisten Versuche dieser Art beziehen sich auf nur eine oder sehr wenige, nicht einmal genügend bekannte Temperaturen.

QUINCKE hat seine Versuche zum Teil durch Bestimmung des Tropfengewichtes ausgeführt, — also mittels einer Methode, welche

¹ Vgl. weiter z. B. C. FORCH, *Drudes Ann.* **17** (1905) 744. C. E. LINEBARGER, *Amer. Journ. Science* (4) **2** (1806) 108. W. H. WHATMOUGH, *Z. f. physik. Chem.* **39** (1902) 129. J. H. HOCK, *Ber. Wien. Akad. d. Wiss.* **108** IIa (1899) 516. W. JÄGER, *ibid.* **100** IIa (1891) 245, 493.

² G. QUINCKE, *Pogg. Ann.* **134** (1867) 367; **135** (1868) 621; **138** (1869) 141. J. TRAUBE, *Ber. d. D. Chem. Ges.* **24** (1891) 3074. S. MOTYLEWSKI, *Z. f. anorgan. Chem.* **38**, (1903) 410. J. F. BOTTOMLEY, *Journ. of Chem. Soc.* **83** (1903) 1421. — Vgl. ferner die oben zitierten Arbeiten von RICH. LORENZ und seinen Schülern

später des öfteren der Kritik unterzogen worden ist¹, — zum Teil hat er auch die Größe von χ durch Ausmessen von auf horizontaler Ebene aufliegenden Tropfen bestimmt. Es ist bei diesen Versuchen eine Verunreinigung und Zersetzung der Salze durch die Flammengase wohl nie ausgeschlossen gewesen; obendrein ist von einer gleichförmigen, ja selbst von einer einigermaßen richtig bekannten Temperatur dabei gar keine Rede gewesen. Einige der von QUINCKE erhaltenen Zahlen sind zum Vergleich weiter unten neben jene von anderen Untersuchern gestellt.

J. TRAUBE und nach ihm MOTYLEWSKI bestimmten die gesuchte Größe des Tropfengewichtes nach einer etwas besseren Methode. Es wurde das Verhältnis der Tropfengewichte, welches nach TRAUBE stets gleich ist dem Verhältnis der Kapillaritätskonstanten, wenn der Ausfluß der Flüssigkeiten nur aus derselben Öffnung stattfindet, bestimmt, wobei Wasser als Vergleichungsflüssigkeit benutzt wurde. Ich habe aus den Zahlen dieser Forscher die Oberflächenenergie in Erg pro ccm berechnet, wobei für Wasser von 0° C der aus meinen Messungen folgende Wert von 75.5 Erg pro ccm bei 0° C zugrunde gelegt wurde. Die Zahlen sind zum Vergleich neben den aus QUINCKES Beobachtungen berechneten Werten weiter unten zusammengestellt. Auch bei diesen Versuchen ist eine zuverlässige Temperaturmessung nicht geschehen; angegeben wird nur, daß die Temperaturen „in der Nähe der Schmelzpunkte“ lagen.

BOTTOMLEY und LORENZ u. KAUFLEER arbeiteten nach der kapillaren Steighöhemethode, indem sie die geschmolzenen Salze in engen Glaskapillaren aufsteigen ließen, welche in geeigneter Weise auf bestimmte Temperaturen erhitzt wurden. Bei dieser Gelegenheit wurde auch versucht, die Temperaturkoeffizienten der molekularen Oberflächenenergie zu bestimmen, und so die Eötvössche Regel zu kontrollieren. BOTTOMLEY ist der Meinung, daß die geschmolzenen Salze, welche als „Lösungsmittel“ eine beträchtliche dissoziierende Kraft haben sollen, darum selbst verhältnismäßig komplex sein und deshalb sehr kleine Temperaturkoeffizienten zeigen müssen. Obgleich letzteres tatsächlich zutrifft, so ist doch die ganze Anschauungsweise ziemlich unklar und obendrein die a prioristische Anwendung der Eötvösschen Theorie, wie schon

¹ F. GUTHRIE, *Proc. Royal Soc.* 8 (1864) 441. J. TRAUBE, *Journ. f. prakt. Chem.* N. F. 34 (1886) 293; *Ber. d. D. Chem. Ges.* 19 1886 1679.

gesagt, keineswegs erlaubt, weil kein Grund vorliegt, die Gültigkeit des Gesetzes der übereinstimmenden Zustände für derartige Elektrolyte anzunehmen. Im Gegenteil, aus anderen im hiesigen Institut im Gange sich befindlichen Beobachtungen scheint immer deutlicher hervorzugehen, daß die Konstitution der geschmolzenen Salze tatsächlich eine relativ einfache sein muß.

Die bereits oben erwähnten Versuche von LORENZ mit PbCl_2 , KNO_3 , NaNO_3 und AgCl wurden in folgender Weise angestellt. Ein langes U-Rohr, dessen einer Schenkel kapillar war, wurde in einem Salzgemisch erhitzt, welches mittels eines Nickeldrahtwiderstandes auf die gewünschte Temperatur gebracht wurde; die Niveaueinstellung mußte durch Klopfen und Blasen befördert werden, und die Höhen wurden mittels des Kathetometers abgelesen. Für Bleichlorid wurden in der definitiven Versuchsreihe von LORENZ und LIEBMANN für χ zwischen 614° und 500° C Werte von *125.8* bis *136.7* Erg pro ccm mit einem Temperaturgradienten von 0.903 Erg pro Grad gefunden. LORENZ und LIEBMANN geben an, daß die Reproduzierbarkeit ihrer Versuche von der Temperaturmessung, die gewisse Schwierigkeiten machte, etwas abhängig war. Beim KNO_3 wurden zwischen 384° und 309° C erst Werte von *109.1* bis *113.2* Erg pro ccm gefunden, später zwischen 430° und 340° C solche von *104.1* bis *110.6* Erg pro ccm, während der Temperaturkoeffizient der molekularen Oberflächenenergie in beiden Reihen von *0.595* auf *0.759* Erg pro Grad angestiegen erscheint. Für NaNO_3 sind diese Werte zwischen 518° und 317° C *105.6* bis *118.3* Erg pro ccm, später zwischen 392° und 317° C *110.5* und *115.0* Erg pro ccm, während der Temperaturkoeffizient der molekularen Oberflächenenergie in beiden Beobachtungsreihen von 0.324 auf 0.180 reduziert ist. Allerdings sind die Werte für KNO_3 und NaNO_3 von derselben Größenordnung wie bei BOTTOMLEY. LORENZ und LIEBMANN beobachteten hierbei, daß die Zersetzungspunkte von KNO_3 und NaNO_3 viel tiefer liegen als gewöhnlich angenommen wird. Mittels des Mikroskopes konnte z. B. bei KNO_3 bereits bei 400° eine Bläschenentwicklung festgestellt werden; bei weiterer Temperatursteigerung vermehrte sich die Gasentwicklung bis zu leichtem Schäumen. Sie führen die Schwankungen dieser Beobachtungen auf diesen Umstand zurück. Auch mit AgCl sind von den beiden Autoren Versuche angestellt worden, wobei in einem Gemische von 80% PbCl_2 und 20% KCl als Badflüssigkeit erhitzt wurde. Die anfänglich zähe Masse wurde durch halbstündiges Einleiten von Chlor in eine gelbe, bewegliche Flüssigkeit übergeführt.

§ 8. Einige der von den verschiedenen Autoren erhaltenen Werte sind weiter unten nebeneinander gestellt, um mit den von mir erhaltenen Zahlen verglichen zu werden. Wegen den öfters ungenügend scharfen Temperaturangaben haben diese Zahlen nur annähernde Bedeutung.

Salz	Beobachter				
	QUINCKE	TRAUBE	BOTTOMLEY	LORENZ und KAUFLEER	JAEGER
KNO ₃	70—97	108	110	113	111
NaNO ₃	79	112	106	115—118	120

Salz	Beobachter		
	QUINCKE	TRAUBE	JAEGER
KF	—	—	138
NaF	—	—	200
LiCl	63—118	—	138
NaCl	66—114	112	114
KCl	69—93	98	96
NaBr	49	102	106
KBr	48	90	86
KJ	59	83	76
Na ₂ SO ₄	182	179	195
K ₂ SO ₄	152—177	—	144
KClO ₃	—	86	84
K ₂ MoO ₄	—	146	151
K ₂ WO ₄	—	126	162
Na ₂ MoO ₄	—	172	214
Na ₂ WO ₄	—	192	204
KPO ₃	—	136	156
NaPO ₃	—	169	198
KBO ₂	—	115	124
NaBO ₂	—	169	194

Offenbar sind die von QUINCKE gemessenen Werte in den Mehrzahl der Fälle gänzlich falsch und viel zu niedrig. Die Zahlen für KNO₃ und NaNO₃ wenigstens sind bei den übrigen Autoren von derselben Ordnung; jedoch kann von einer einigermaßen vertrauenswürdigen Wahl zwischen den Daten nicht die Rede sein, und es läßt sich höchstens sagen, daß nur in rohen Zügen mit solchen Bestimmungen eine Übersicht über die Größenordnung der betreffenden Zahlen zur ersten Orientierung gewonnen wurde.

Aus den Versuchen von LORENZ und KAUFLEER, sowie aus jenen von BOTTOMLEY geht mit ungefähr dem gleichen Grad von Wahrscheinlichkeit hervor, daß bei den untersuchten Salzen die Temperaturkoeffizienten der Oberflächenenergie, sowohl der spezifischen

wie der molekularen, relativ klein sein werden. Dieses haben auch wir bestätigen können. Die Zahlen BOTTOMLEYS für die Nitrate des Kaliums und Natriums z. B. sind im folgenden zusammengestellt:

Temperatur in ° C	KNO ₃		
	Steighöhe in cm	Dichte	Oberflächen- spannung γ in Erg pro cm ¹
338°	5.215	Radius: 0.02301 cm	1.867
406°	5.149		
349°	4.200	Radius: 0.02763 cm	1.869
414°	4.163		
341°	4.39	Radius: 0.02696 cm	1.867
407°	4.34		
NaNO ₃			
339°	3.92	Radius: 0.02930 cm	1.891
405°	3.64		
329°	4.103	Radius: 0.02904 cm	1.895
405°	4.05		
344°	4.94	Radius: 0.02429 cm	1.886

Die Größenordnung der von LORENZ und KAUFLER erhaltenen Zahlen wurde oben schon angegeben. Alles in allem ist die nähere Untersuchung dieser Verhältnisse im Interesse der Erhaltung unzweifelhaft zuverlässiger Daten in hohem Grade wünschenswert.

§ 9. Wir haben ursprünglich unsere Versuche auch in der eben genannten Richtung angestellt, indem die sehr reinen Salze in Röhren von ca. 3 cm Durchmesser aus bestem Jenaer Glas geschmolzen wurden und dann eine Kapillare aus demselben Glas, nach eventuellem Vorwärmen, vorsichtig in die Flüssigkeit gesenkt wurde. Die Schmelzröhren wurden in ein Bad aus geschmolzenem Kaliumnatriumnitrat gestellt, so daß sie über die ganze Länge der Kapillaren davon umhüllt waren. Das Salzgemisch wurde in ein eisernes zylindrisches Gefäß, welches mit eingeschraubtem Boden versehen war, eingefüllt. Der Eisenzylinder hatte zwei diametral sich gegenüber stehende, ca. 1 cm breite, spaltförmige Öffnungen, welche mit Spiegelglasplatten von ca. 0.5 cm Dicke verschlossen waren, welche mittels zwei rechteckigen, glatt polierten Eisenrahmen, von denen der eine am Zylinder direkt befestigt war, durch eine größere Zahl Schrauben zusammengepreßt gehalten wurden. Wenn man zwischen Eisenrand und Glasplatte dünne Asbesteinlagen einschaltet und die Schrauben nicht stärker an-

¹ Bei BOTTOMLEY sind diese Zahlen als Dynen pro cm angegeben.

schraubt, als nötig ist, so ist ein öfteres Zerspringen der Glasplatten beim Erhitzen nicht zu befürchten. Der Zylinder kann elektrisch durch Widerstandsdraht aus Platin oder Nickel, welcher unter Zwischenschaltung von Asbestpapier um den Eisenzylinder gewunden wird, geheizt werden, oder durch eine größere Gasflamme, wenn man in letzterem Falle die heißen Gase durch Abzüge zu beiden Seiten der Fenster abführt, damit die vor den Fenstern aufsteigenden Gase die genaue Beobachtung nicht unmöglich machen.



Die ursprünglichen gläsernen Schmelzröhren für diese Versuche mußten aber bald umgeändert werden, weil dieselben fast jedesmal nach dem Erstarren des geschmolzenen Salzes zersprangen oder beim zum zweiten Male wiederholten Aufschmelzen der Masse öfters Risse bekamen. Die endgültige Form des gläsernen Schmelzapparates war schließlich die, wie sie Fig. 1 angibt. Die Schmelzmasse befindet sich dabei in einem

kleinen Platintiegel *T*, wie er im hiesigen Laboratorium für die Schmelzpunktsbestimmung von Silikaten immer benutzt wird. Derselbe ist mittels drei Platindrähten in richtiger Lage inmitten des Glasrohres aufgehängt; die den Tiegel stützenden Platindrähte sind in die Wände des Glasrohres eingeschmolzen. Der Tiegel wird mittels eines Trichters mit langem, in den Tiegel hineinragendem Stiel mit dem völlig trockenen, feingepulverten Salze gefüllt; wenn dasselbe nachher geschmolzen worden ist, kann es beim Erstarren im Tiegel verbleiben und dieses Aufschmelzen und Erstarrenlassen beliebig viele

Fig. 1.

Male wiederholt werden. Das aus hartem Glase angefertigte Glasrohr trägt bei *a* eine konisch ausgeschliffene Verjüngung. Die Kapillare aus Hartglas, welche auf der nötigen Länge abgeschnitten wurde, trägt oben einen ebenso abgeschliffenen konischen Ansatz bei *b*, welcher genau in *a* paßt. Beim Senken der Kapillare wird dieselbe, nachdem sie in die Flüssigkeit tauchte, in dieser Weise in senkrechter Lage an ihrer Stelle gehalten. Der konische Ansatz *b* hat einige feine Risse, so daß die Atmosphäre über der Schmelze dadurch in Verbindung steht mit der im oberen Teile des Rohres; solches ist nötig zur eventuellen Entfernung der Luftblasen und zum Evakuieren des ganzen Apparates mittels der Pumpe. Namentlich wenn die die Kommunikation von *A* und *B* vermittelnden Risse in *b* sehr fein sind,

so kann man durch Herstellung der Verbindung mit der Saugpumpe, sei es bei *c* oder bei *d*, bewirken, daß während einiger Zeit, sei es in *A* oder in *B*, ein Mindestdruck entsteht und aufrechterhalten bleibt, wodurch die Flüssigkeit in die Kapillare gepreßt oder aufgesaugt wird, und die Fortbewegung der Luftbläschen in der einen oder anderen Richtung stattfinden kann. Obgleich es in einigen wenigen Fällen durch wiederholtes Manipulieren in der angegebenen Weise nun wirklich gelang, die eingeschlossenen Luftbläschen endlich aus der Kapillare zu entfernen, so zeigte sich dieses in der Mehrzahl der Fälle jedoch als unmöglich, und gleichfalls war das Eindringen von Luft in die Schmelzmasse beim Erstarren, auch beim sorgfältigsten Erstarrenlassen, nicht gänzlich zu verhindern.

Schwerer aber wiegt der Umstand, daß bei mikroskopischer Betrachtung der Innenwand der Hartglaskapillaren sich dieselbe oberhalb 400° C immer vom geschmolzenen Salze mehr oder weniger stark angegriffen zeigte. Die Wand war narbig und rauh, stellenweise matt und trübe geworden; besonders die Lithium- und Natriumsalze unter den Alkaliverbindungen übten eine solche Wirkung in starkem Grade aus. Vom geschmolzenen Silbernitrat erschien die Glaswand ebenso stark angegriffen und stellenweise bräunlich gefärbt, was wahrscheinlich von eingedrungenem Ag₂O oder Ag herrührte. Weil das Angegriffenwerden des Glasrohres natürlich eine Verunreinigung der Schmelze durch die ausgezogenen Oxyde und Silikate zur Folge haben muß, so kann man bei der überaus großen Empfindlichkeit der Oberflächenkräfte für minimale Spuren von Beimischungen den auf solche Weise erhaltenen Zahlen kaum eine größere Bedeutung beilegen. Diese Erfahrungstatsache ist für uns denn auch der hauptsächlichste Grund gewesen, warum von der beschriebenen Beobachtungsmethode Abstand genommen wurde, ungeachtet der Tatsache, daß dieselbe im günstigsten Falle immerhin doch nur bis höchstens 600° oder 700° C anwendbar sein konnte.

§ 10. Deshalb haben wir uns für die Lösung der uns interessierenden Probleme schließlich der Methode der Maximaldruckbestimmung eingepreßter Gasblasen zugewandt, welche, wenn man eine scharfkantige Kapillare benutzt, wie gesagt, zur Bestimmung der absoluten Oberflächenspannungen durchaus geeignet ist, und die übrigens bei ihrer Anwendung auf den meist verschiedenen

Systemen von Stoffen sich als überaus bequem ergeben hat. Bei den ersten diesbezüglichen in Washington ausgeführten Versuchen wurde noch eine Apparatur benutzt, die der FEUSTELSCHEN Anordnung durchaus analog war, namentlich in bezug auf das Manometer, welches mit Wasser als Sperrflüssigkeit gefüllt war und nur eine relativ grobe Teilung besaß. Jedoch konnte mit diesem vorläufigen Apparat die Brauchbarkeit der Methode schon bis über 1200°C zweifellos gezeigt werden. Die im folgenden angegebenen Zahlen mögen solches beweisen; diesen Zahlen darf übrigens keine endgültige Bedeutung zugeschrieben werden, weil die Versuchsfehler bei ihrer Bestimmung noch zu groß sind. Dieselben sollen denn auch nur dazu dienen, einen allgemeinen Eindruck der vorliegenden Verhältnisse zu geben und die Anwendbarkeit der Methode darzutun.

Die Versuche wurden angestellt mit einer Platinkapillare von 0.04985 cm bis 0.05025 cm Durchmesser; die untersuchten Salze waren KCl, NaCl, LiCl und AgNO_3 , während die Bestimmungen am Li_2SiO_3 , also über 1250°C , nicht an dieser Stelle verzeichnet sind. Diese vorläufigen Bestimmungen ergaben schon Werte, welche jedenfalls von derselben Größenordnung sind wie die bis jetzt veröffentlichten Daten; auch sind die Temperaturkoeffizienten der molekularen Oberflächenenergie in den meisten Fällen auffällig klein, insofern diesen Werten, in welchen alle Fehler angehäuft erscheinen, hier überhaupt einige Bedeutung zugeschrieben werden darf.

Silbernitrat: AgNO_3

Temperatur	Maximaldruck H			Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Dichte d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in mm Wasser bei 18°C	in mm Hg bei 0°C	in Dynen			
280°	67.0	4.91	6546.0	164.5	3.90	2036.2
310°	65.8	4.81	6412.9	161.1	3.86	2008.5
356°	63.9	4.68	6239.6	156.8	3.81	1971.3
410°	62.9	4.59	6119.4	153.8	3.79	1940.1

Über 410°C zersetzt sich das Salz unter Gasentwicklung allmählich.

Molekulargewicht: 169.89; Radius der Kapillare: 0.05025 cm; Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Temperaturkoeffizient von μ wäre demnach zwischen 280° und 310°C gleich 0.92; zwischen 310° und 356°C gleich 0.81; zwischen 356° und 410°C gleich 0.57.

Lithiumchlorid: LiCl.

Temperatur	Maximaldruck H			Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Dichte d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in mm Wasser bei 18° C	in mm Hg bei 0° C	in Dynen			
635°	60.3	4.41	5879.5	145.1	1.489	1353.1
660°	59.1	4.33	5772.9	142.4	1.478	1332.4
670°	58.4	4.26	5679.5	140.1	1.474	1315.3
680°	57.8	4.23	5639.5	139.2	1.470	1309.2
690°	57.3	4.19	5586.1	137.8	1.465	1299.0

Molekulargewicht: 42.40; Radius der Kapillare: 0.04935 cm; Eintauchtiefe: 0.1 mm. Der Temperaturkoeffizient von μ ist, im Mittel, zwischen 635° und 690° C 0.98.

Natriumchlorid: NaCl.

Temperatur	Maximaldruck H			Oberflächen- spannung χ in Erg pro-qcm	Dichte d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in mm Wasser bei 18° C	in mm Hg bei 0° C	in Dynen			
810°	43.7	3.19	4252.9	104.9	1.549	1180.5
820°	43.3	3.17	4226.3	104.3	1.543	1176.4
830°	43.0	3.14	4186.3	103.3	1.538	1167.9
840°	42.6	3.12	4159.6	102.6	1.532	1162.7
855°	42.2	3.09	4119.6	101.6	1.524	1155.4
860°	42.0	3.08	4106.3	101.3	1.522	1153.4

Molekulargewicht: 58.46; Radius der Kapillare: 0.04935 cm; Eintauchtiefe: 0,2 mm. Der Temperaturkoeffizient von μ ist, im Mittel, zwischen 810° und 860° C 0.54.

Kaliumchlorid: KCl.

Temperatur	Maximaldruck H			Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Dichte d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in mm Wasser bei 18° C	in mm Hg bei 0° C	in Dynen			
830°	39.7	2.91	3879.6	95.7	1.490	1299.6
836°	39.3	2.88	3839.6	94.7	1.486	1288.0
840°	39.0	2.86	3813.0	94.1	1.484	1281.1

Molekulargewicht: 74.56; Radius der Kapillare: 0.04935 cm; Eintauchtiefe: 0.1 mm. Der Temperaturkoeffizient von μ ist, im Mittel, zwischen 830° und 840° C 1.85.

Des weiteren wurde noch ein eutektisches Gemisch von KCl und LiCl untersucht; dasselbe war aus 54.4 Gew.-Proz. KCl und 45.6 Gew.-Proz. LiCl zusammengesetzt (= 40.5 Mol.-Proz. KCl).

Bei 447° C war $H = 50.4$ mm Wasserdruck (18°) oder 3.69 mm Hg (bei 0° C); somit war $\chi = 123.6$ Erg/qcm. Der Radius der benutzten Kapillare war 0.05025 cm; die Eintauchtiefe 0.1 mm.

Es ist deshalb ersichtlich, daß bis ca. 900° C die Methode

praktisch anwendbar ist. Später konnten die Vorversuche beim Li_2SiO_3 noch bis ca. 1300°C fortgesetzt werden. Nur war es natürlich nötig, die bezüglichen Messungen sehr viel genauer ausführen zu können und in erster Linie die verschiedenen Fehlerquellen aufzuspüren und deren Einfluß zu prüfen. Mit diesen Aufgaben haben wir uns längere Zeit hindurch beschäftigt, und zwar durch systematische Ausarbeitung der Methode für Messungen zwischen ca. -80° und $+250^\circ \text{C}$ an einer Zahl von ungefähr 190 Kohlenstoffderivaten und einer Reihe anorganischer Verbindungen. Mit diesen Messungen und den aus den Resultaten zu folgernden Schlüssen in bezug auf die schon genannte Regel von Eötvös wollen wir uns jetzt in erster Reihe beschäftigen. Nachher kommen die anorganischen Verbindungen, namentlich die Untersuchungen an den Salzen, und an den Halogeniden einiger Metalloide wie Schwefel, Arsen, und Antimon.

Apparatur und Arbeitsweise.

§ 11. Der Apparat, welcher zum Hervorbringen der Gasblasen dienen soll, ist von einer Konstruktion, welche zum Teil schon bei den vorläufigen Versuchen im Winter 1910/11 benutzt wurde. Von dieser ursprünglichen Konstruktion wurden aber zuletzt nur diejenigen Teile beibehalten, welche zur Justierung der Kapillare dienen sollten, d. h. also das System der zwei kreisrunden Platten P_1 und P_2 (Fig. 2), von denen P_2 samt des daran befestigten Zuleitungsrohres S um den halbkugeligen Knopf O in horizontale und auch durch Anschrauben von A_1 und A_2 in neigender Lage gegen P_1 gebracht werden kann. Beim Drehen in einer Horizontalebene gleiten die beiden Schrauben A_1 und A_2 sowie die nur einseitig befestigten Federn F_1 und F_2 der oberen Platte entlang, während der ganze obere Teil in Ruhe bleibt. Es ergab sich später bei den Versuchen die Notwendigkeit, die ursprüngliche Einrichtung noch zu vervollständigen durch Anbringen einer dritten Schraube B . Beim Justieren muß diese Schraube erst gänzlich zurückgedreht werden; sind nun die beiden Platten P_1 und P_2 durch Drehen der Schrauben A_1 und A_2 in die vom Beobachter gewünschte Lage gekommen, so wird B fest gegen die obere Platte angeschraubt, so daß das Plattensystem jetzt in seiner Lage fixiert ist. Bisweilen kann auch die Schraube B gute Dienste leisten, wenn durch das Eigengewicht der mit dem Apparate verbundenen Blei- und Aluminiumröhren ein Schiefziehen der beiden Platten gegeneinander bewirkt wird, und

dadurch vielleicht dem Funktionieren der Stahlfeder allzu früh eine Grenze gesetzt wird. In solchem Falle kann die Schraube *B* zum Teil seine Funktion übernehmen und beim Justieren behilflich sein; die Praxis lehrt bald die Vorzüge der Anwesenheit dieser dritten Schraube schätzen.

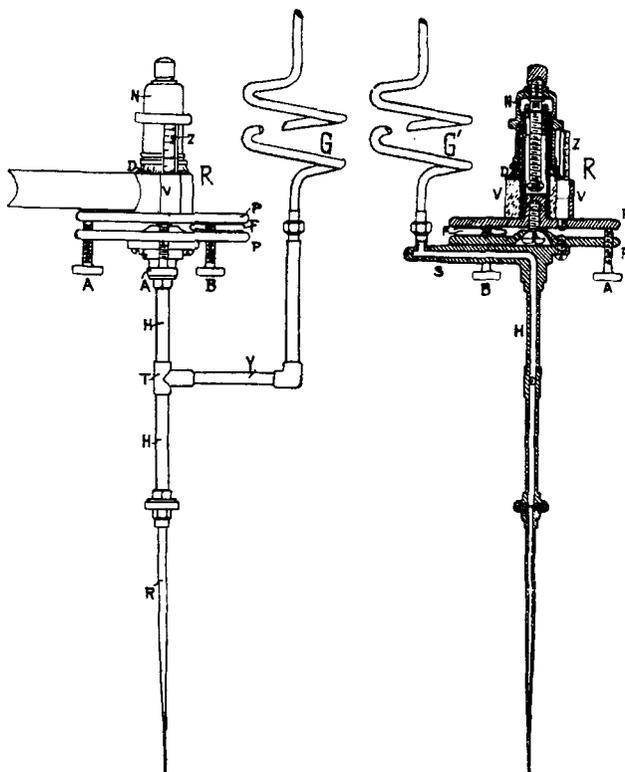


Fig. 2.

Zur Vertikalbewegung beider Platten zusammen mit der daran befestigten Kapillare dient die mit einem Schraubengange von gerade 1 mm versehene, sehr ausgiebige Schraube *M*; der Knopf *N* derselben trägt einen in hundert Teile geteilten Silberrand *D*, so daß eine Senkung oder Hebung um 0,01 mm direkt abzulesen ist, was für die Feststellung der Korrektur infolge der wechselnden Eintauchtiefe des Kapillarrohres in die Flüssigkeit nötig und genügend ist; die Einstellung der Kapillare auf der Flüssigkeitsoberfläche kann doch nicht genauer als auf 0.1 mm ge-

schehen.¹ Die Schraube und der daran befestigte Knopf *N* bleiben dabei in ihrer ursprünglichen Lage, insoweit sie sich nur horizontal um den feststehenden Teil *V* des Apparates bewegen. Dagegen verschiebt sich mit den Platten ein mit Millimeterteilung versehener Maßstab *Z*, so daß der Betrag der vertikalen Verschiebung direkt in ganzen Millimetern angegeben wird; die Länge von *Z* beträgt ca. 30 mm. Die Fig. 2 zeigt die Justiereinrichtung in Seitenansicht, und zwar in zwei gegeneinander um 90° gedrehten Lagen.

Eine weitere Vervollkommnung des Apparates ist durch die Konstruktion des tragenden Statives *O* gegeben (Fig. 3). Dasselbe wird von einer ca. 60 mm dicken, hohlen Stange aus vernickeltem Messing gebildet, an welcher eine mit Zahn und Rad bewegbare Horizontalstange mittels einer Kurbel auf und ab bewegt und in jeder beliebigen Höhe in ihrer momentanen Lage fixiert werden kann, wie solches an Kathetometern der Fall ist. Die horizontale Stange kann obendrein in einer Hülse hin und her geschoben und so der tragende Arm des Apparates nach Belieben verkürzt oder verlängert werden; die dadurch veranlaßte Änderung des Momentes wird durch Verstellen des Laufgewichtes *I* kompensiert, und kann der Apparat als in jeder Lage ausbalanciert gelten. Die Fixierung der momentanen Lage wird durch starke Klemmen erreicht. Später wurde das Stativ noch merklich schwerer gemacht, so daß auch Schwingungen und Durchbiegungen an dem längeren Arme gänzlich vorgebeugt wurden.

Die hohle Vertikalstange dreht sich mittels eines Kugellagers und eines konisch erweiterten Teiles um die massive Stahlachse, welche mit ihr koaxial gestellt und unten auf dem schweren Eisenfuß befestigt ist; der polierte Konus der Stahlachse befindet sich unten, gerade etwas über dem Eisenfuß. In dieser Weise ist es möglich, den tragenden Horizontalarm des Apparates in jeden beliebigen Azimut zu bringen, wobei wieder die momentane Fixierung der Lage durch eine starke Klemme unten am Eisenfuß geschieht. Letzterer ist mit drei Stellschrauben versehen, so daß das Stativ leicht in senkrechte Lage gebracht werden kann. Bei *H* kann das Stativ ebenfalls durch einen Ringverschluß geklemmt

¹ Diese Tatsache ist in Wahrheit der schwächste Punkt der Methode; sie fällt aber bei den organischen Verbindungen relativ viel schwerer ins Gewicht als bei den Metallsalzen. Die Genauigkeit bei den letzteren Messungen ist tatsächlich viel größer, als sie bis jetzt je erreicht wurde.

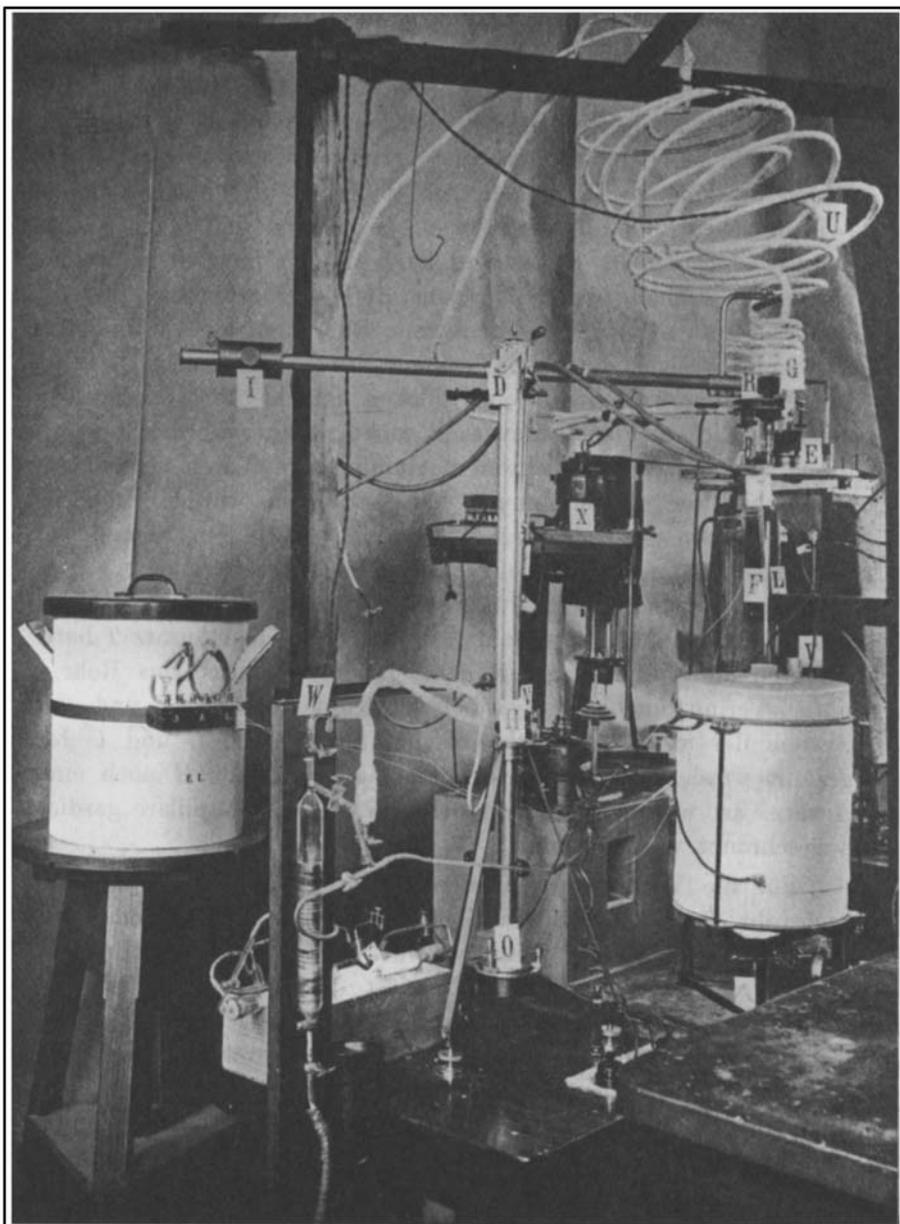


Fig. 3.

werden, während ein System von drei schräggestellten Eisenstützen der Vertikalstange eine noch größere Stabilität verleiht.

§ 12. Bald ergab sich, daß kapillare Röhren dem durchströmenden Gase einen so erheblichen Widerstand entgegensetzten, daß der Druckausgleich in den einzelnen Teilen der Leitung viel zu langsam geschah, um gute und vertrauenswürdige Messungen ausführen zu können. Es ergab sich daher die Notwendigkeit, die Leitungsröhren überall relativ weit zu nehmen und jedenfalls die kapillare Leitung des Systems so kurz wie nur möglich zu wählen. Es wurden deshalb überall biegsame, auf ihre Gasdichtigkeit untersuchte, 5 mm innere Weite besitzende Bleiröhren als Verbindungen verwendet, welche dort, wo Temperaturänderungen eher als sonst zu befürchten waren, mit einer dicken Schicht Asbest oder lokal auch mit dickem Flanell umwickelt waren. Später wurden dieselben durch die viel weniger schweren Aluminiumkapillaren ersetzt oder durch nahtlose Cellonröhren.¹ Die Leitungen wurden möglichst kurz genommen und scharfe Knickung der Röhren überall vermieden. Das an der Platte P_2 befindliche Rohr S (Fig. 2) hatte ebenfalls diesen Durchmesser, während das daran befestigte Rohr H aus Kupfer angefertigt wurde und in der Mitte einen Ansatz T hatte, wodurch die Verbindung mit dem Manometer durch das Rohr Y unter Vermittlung eines gasdichten Kupferanschlusses und dem System der unten zu beschreibenden Spiralaröhren G und U hergestellt wurde. An der Untenseite trägt das Rohr H noch einen Ansatz, an welchem das Versuchsrohr R mit Kapillare gasdicht angeschraubt werden kann.

Für die Versuche bei niedriger Temperatur bestand das Versuchsrohr R aus gasdichtem Nickelblechrohr von ca. 25 cm Länge und ca. 5 mm lichter Weite, welches sich nach unten allmählich konisch verengte; an diesem Teile ist die Versuchskapillare eingelötet, welche aus Silber, aus Platin oder aus einer Platin-Rhodiumlegierung hergestellt sein kann, und die mit größter Sorgfalt geschliffen und ausgemessen sein muß. Für die Versuche bei höheren Temperaturen kommt nur die 10%ige Platin-Rhodiumlegierung in Betracht; in diesem Falle bildet die Kapillare mit dem erweiterten, aus derselben Metallegierung angefertigten Teile R ein einziges

¹ Die Cellonröhren werden von der Rheinisch-Westfälischen Sprengstoff-Aktiengesellschaft in Cöln a. Rh. geliefert. Es ist jedoch schwierig, dieselben in willkürlichen Abmessungen von der Fabrik zu beziehen.

Rohr. Iridiumlegierungen, welche gleichfalls härter als Platin sind, können nicht verwendet werden wegen der Flüchtigkeit des Iridiums und der daraus resultierenden Infektion der Thermoelemente.¹ Der ursprüngliche Plan, durch Anlöten eines Platindrahtes an das Platin-Rhodiumrohr dieses als Teil eines Thermoelementes benutzen zu können, wurde aufgegeben wegen der Schwierigkeit, die Drähte in dem gasdichten Ansatz völlig zu isolieren. Die Temperaturmessung geschah in diesen Fällen darum meistens durch ein besonderes Thermoelement, welches isoliert dem Platin-Rhodiumrohre entlang mittels Platindrähtchen befestigt wurde. In Fig. 4 ist ein solches Thermoelement bei *F* sichtbar. Die Temperaturmessung geschah in diesen Fällen immer nach dem im hiesigen Laboratorium üblichen Verfahren, mit Kompensationsbank und Drehspulgalvanometer.¹ Alle Temperaturen wurden mit Hilfe der von DAY und SOSMAN angegebenen Skala des Stickstoffgasthermometers reduziert.

Gute Kapillaren für diesen Zweck sind im Handel nicht zu haben. Darum

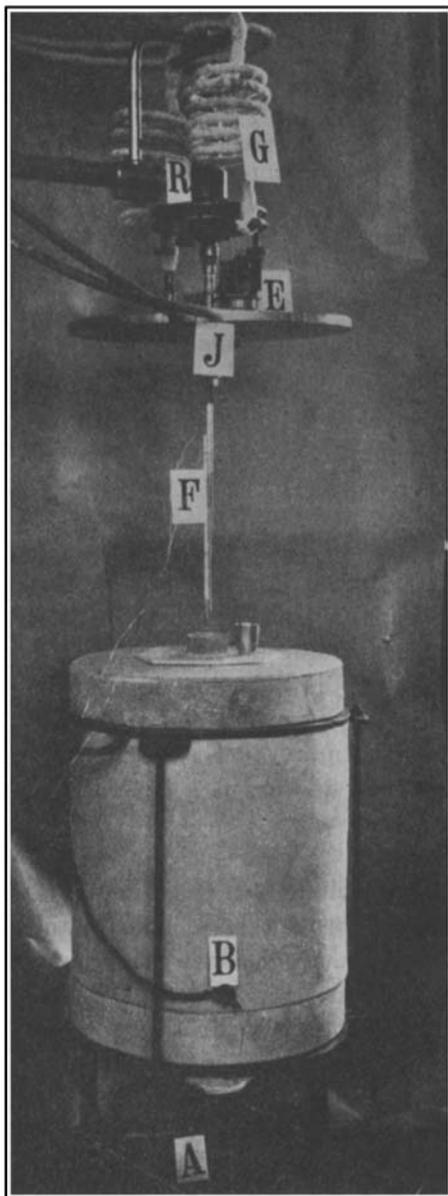


Fig. 4.

¹ F.M. JAEGER, Eine Anleitung zur Ausführung exakter physiko-chemischer Messungen usw. 1913. S. 6.

wurde die Platin-Rhodiumkapillare direkt von Heraeus bezogen und dann auf der Drehbank, später auf dem Ölstein, von Hand abgeschliffen. Nach genügender Übung ist es auf diese Weise möglich, eine Kapillare von genügend guter Beschaffenheit in nicht zu langer Zeit herzustellen und verdorbene Kapillaren auszubessern. Die Kapillare wird an das Rohr *R*, unter Zwischenschaltung eines dünnen Ringes aus weichem Rotkupfer, für höhere Temperaturen aus Glimmer, gasdicht angeschraubt; die Schließung ist vorzüglich, und es brauchen keine Fehler bei der Messung von dieser Seite gefürchtet zu werden, wenn man den Verschuß nur regelmäßig kontrolliert.

§ 13. Für die Ausmessung der Kapillare wurde ein Mikroskop mit Mikrometerokular und beweglichem Faden benutzt. Eine Teilung der Trommel entsprach dabei 0.00212 mm. Der Durchmesser der Kapillare wurde in etwa zehn Richtungen sorgfältig und wiederholt ausgemessen, die Summe der Quadrate dieser Zahlen durch die Zahl der gemessenen Durchmesser dividiert und die aus diesem Mittelwert gezogene Quadratwurzel als der zwanzigfache Wert des Radius in Zentimetern angenommen. Es gelang dabei, Kapillaren zu benutzen, deren Durchschnitt der reinen Kreisform tatsächlich sehr nahe kam: in den verschiedenen Richtungen differierten in solichem Falle die Abmessungen kaum 0.002 mm vom Mittelwerte, während die Schneide des Randes dabei 0.01 mm dick war. Weil bei den Versuchen mit geschmolzenen Salzen und bei höheren Temperaturen die Kapillaren sehr oft aufs neue geschliffen werden mußten, so wurden keine Kapillaren benutzt, deren Radius unter 0.040 cm war.

§ 14. Es ist nötig, bei Versuchen mit höheren Temperaturen die Strahlung der Öfen und Heizapparate von den Verbindungsröhren abzuhalten, weil das Manometer wegen seiner außerordentlichen Empfindlichkeit sofort auf jede Temperaturänderung reagiert. Zu diesem Zwecke wird oberhalb des Rohres *R* und gerade unterhalb *Y* (Fig. 3) ein Wasserschirm *J* (Fig. 4) angebracht. Dieser aus Messingblech angefertigte Schirm besteht aus zwei halbkreisförmigen Teilen von ca. 40 cm Durchmesser, welche durch Schläuche verbunden sind und stets von kaltem Wasser durchflossen werden; die zwei Hälften können hintereinander abgenommen und wieder zusammengeschoben werden. Die eine Hälfte hat nahe am Rohre *H* ein kreisrundes Fenster von 4 cm Durchmesser, welches mittels einer Glimmerscheibe geschlossen ist; auf derselben ist ein total-

reflektierendes Prisma *E* aufgestellt, welches um seine horizontale Achse drehbar ist. Dadurch wird es ermöglicht, während des Versuches in den Ofen und in die Schmelzmasse hinein zu schauen, um die Einstellung der Kapillare auf der glühenden Flüssigkeitsoberfläche mit dem Auge zu verfolgen. Bei sehr hoher Temperatur wird die zu intensive Strahlung des Ofens durch Zwischenschaltung gefärbter Gläser abgeschwächt; bei niederen Temperaturen wird umgekehrt die Flüssigkeitsoberfläche von einer seitlich angebrachten Glühlampe nötigenfalls beleuchtet.

§ 15. Wie gesagt, sind die Röhren *Y* und *S* (Fig. 3) mit dem Manometer einerseits und mit dem Gasbehälter andererseits verbunden unter Zwischenschaltung der Spiralaröhren *G* und *U*. Diese Spiralaröhren sind aus 3 mm weiten nahtlosen Aluminiumröhren angefertigt, welche durch dicke Flanell- und Asbestumwicklungen gegen Temperaturschwankungen soviel wie nur möglich geschützt werden müssen. Die Zwischenschaltung dieser Spiralaröhre war unbedingt notwendig, um einerseits die richtige Funktionierung der Justiervorrichtung ohne Schiefziehen des Apparates zu ermöglichen, andererseits um die freie Beweglichkeit des ganzen Apparates in bezug auf die Verbindungsrohre zu sichern, ohne eine Verbiegung und Derangieren dieser Röhre zu veranlassen. Die ca. 10 cm weiten Spiralen *G* werden von einem rechtwinkligen Arme festgehalten, welcher seinerseits auf der Horizontalstange des Statives befestigt ist. Die sich daran unmittelbar anschließenden Spiralaröhren *U* haben dagegen Windungen von ca. 40 cm Durchmesser; sie sind an dem sich gerade über der ganzen Apparatur befindlichen horizontalen Balken befestigt und machen eine sehr ausgiebige Bewegung des Apparates ohne Beschwerden möglich.

§ 16. Während für die hochschmelzenden Verbindungen Tiegel aus iridiumfreiem Platin als Gefäße benutzt wurden, waren es für die niedrig siedenden Substanzen Gefäße aus Jenaer Glas von der in Fig. 5 (etwa ein Drittel der natürlichen Größe) abgebildeten Form. Dasselbe hat bei *W* eine Quecksilberdichtung *Q*, welche eine ausgiebige Bewegung des Kapillarrohres samt des Teiles *GBC* gestattet, sowohl in vertikaler als auch in seitlicher Richtung. Das Glasrohr *G* ist oben von einem ausgekochten Gummipfropfen *K* verschlossen, welcher um das Rohr *R* befestigt und bei sehr flüchtigen Substanzen mit Stanniol *s* umkleidet ist. Das seitliche Trockenrohr *BC* enthält gebrannten Kalk zur Abwehr der Luftfeuchtigkeit. Die untersuchten Flüssigkeiten wurden natürlich sorgfältig chemisch

gereinigt, dann mehrmals unter vermindertem Drucke destilliert und erst in *P* eingefüllt, nachdem die gereinigten und sorgfältig getrockneten Glasteile längere Zeit hindurch mit dem Dampf der siedenden Flüssigkeiten reingspült und ausgedämpft waren. Über die Reinigung der organischen Flüssigkeiten ist Näheres bei den betreffenden Messungen angegeben.

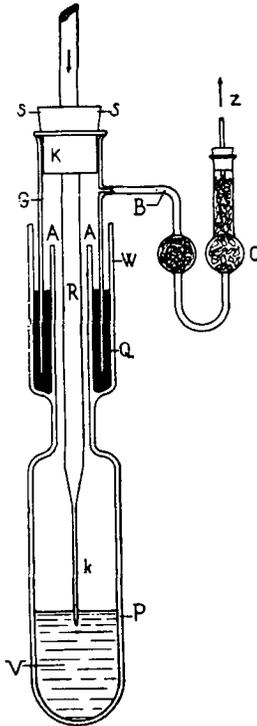


Fig. 5.

§ 17. Die Fig. 4 gibt eine schematische Vorstellung der Versuchsanordnung und der verschiedenen Verbindungsleitungen.

Als indifferentes Gas für alle diese Versuche wurde reiner, trockener Stickstoff verwendet, weil derselbe auch bei den höchsten Temperaturen des Platinwiderstandsofens sich als tatsächlich indifferent erwiesen hat, während bei den organischen Flüssigkeiten durch seine Benutzung eine etwaige Oxydation soviel wie nur möglich vermieden werden kann, weil doch in den Gefäßen auch eventuell vor deren Füllung die Luft durch Stickstoff verdrängt werden kann. Kohlensäure ist bei den höheren Temperaturen wegen seines Charakters als Säureanhydrid nicht immer geeignet, um in geschmolzene Salze eingeleitet zu werden, und reduzierende Gase sind aus früher¹ erwähnten Gründen als

Ofenatmosphäre gar nicht verwendbar.

Der verwendete Stickstoff wurde aus einem Gemisch von reinstem Natriumnitrit und Ammoniumchlorid durch Erhitzen in Lösung bereitet, durch destilliertes Wasser geleitet und dann in einem Gasbehälter *D* (Fig. 6) gesammelt. Dann strich es erst durch einige Waschflaschen mit alkalischer Pyrogallollösung (*e*), dann durch einige mit konzentrierter Schwefelsäure (*t*) und darauf über eine längere Schicht reinsten, frisch sublimierten Phosphorpenoxyds (*f*). Das völlig trockene Gas wurde sodann in einem Glasgefäß *W* über trockenem Quecksilber aufbewahrt; wenn nötig, wurde es mit Hilfe einer verstellbaren Quecksilberbirne *Z* in ein metallenes Reservoir *N*

¹ F. M. JAEGER, Eine Anleitung zur Ausführung exakter physiko-chemischer Messungen usw. 1913. S. 7.

geleitet, unter beliebig zu wählendem Überdruck, welcher am Quecksilbermanometer *A* abgelesen werden kann. *E* ist ein Mikrometerhahn, welcher zusammen mit zwei geeigneten Quetschhähnen *B* eine äußerst feine Regulierung des Stickstoffstromes ermöglichte (Fig. 6).

Bei der Untersuchung der niedrig siedenden anorganischen sowie der organischen Flüssigkeiten war dieses Reservoir *N* in denselben Thermostaten eingebaut, welcher zur Aufnahme der Gefäße mit den zu untersuchenden Flüssigkeiten diente; in solcher Weise wurde das Gas auf die Beobachtungstemperatur vorgewärmt,

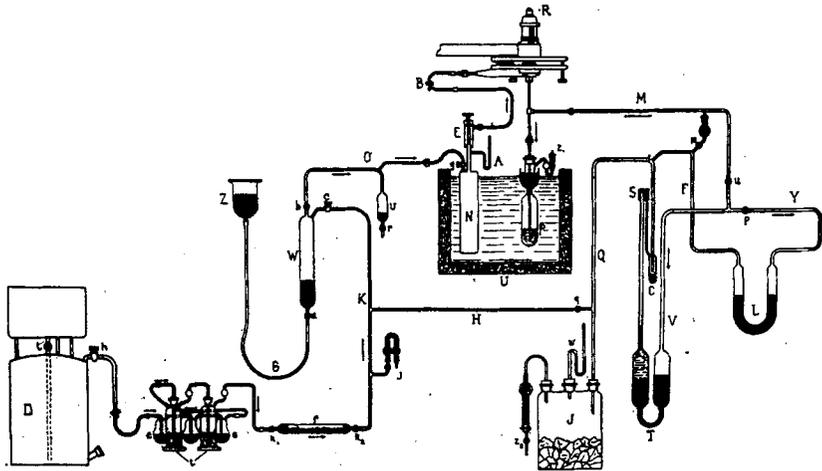
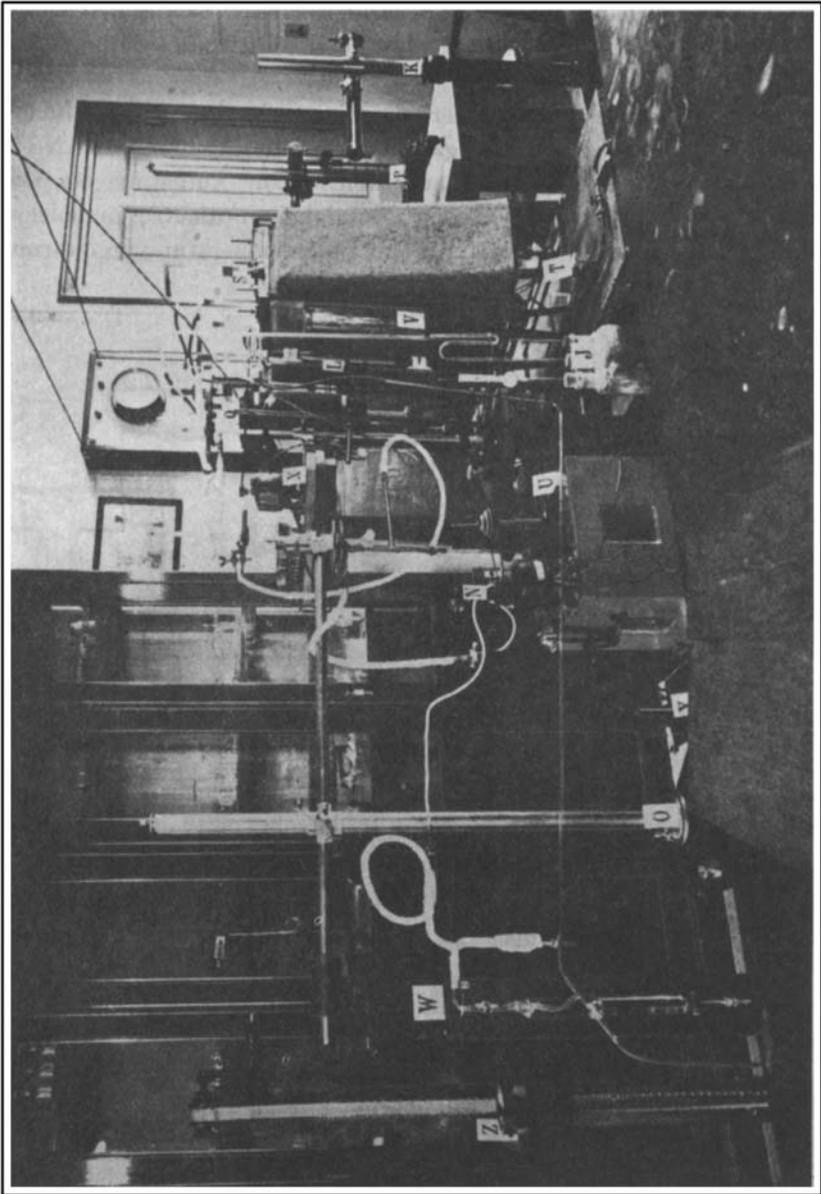


Fig. 6.

und konnten Temperaturstörungen in der zu untersuchenden Flüssigkeiten durch die am Ende der Kapillarröhre austretenden Gasbläschen wohl völlig vorgebeugt werden.

§ 18. Die ältere Form des Apparates, wie er für die Messungen bis 250°C verwendet wurde, ist in Totalansicht in Fig. 7 abgebildet. Ein Vergleich mit Fig. 6 läßt die Aufstellung sofort begreiflich erscheinen; es ist des weiteren hier noch mit *X* der elektrische Motor für den Turbinenrührer in dem Manometerthermostaten *T* bezeichnet, und *J* ist eine mit Manometer versehene und mit gebranntem Kalk gefüllte Woulffsche Flasche, durch welche die Kommunikation mit der freien Atmosphäre stattfindet. Übrigens geschieht natürlich jede Kommunikation mit der Atmosphäre stets unter Zwischenschaltung der nötigen Trockenapparate. Selbstverständlich ist es nötig, sich vor allem von der Gasdichtigkeit der sämtlichen Leitungen aufs sorgfältigste zu überzeugen. Tatsächlich



gab es manche Schwierigkeiten zu überwinden, bevor dieses Ziel erreicht war, wobei die unglaublichsten Ursachen der eventuell vorhandenen geringen Gasverluste aufgefunden wurden. Es erschienen z. B. fast alle Metallröhren des Handels lokal etwas porös oder stellenweise durchlöchert, und so mußte in dieser Hinsicht jeder einzelne Teil der Apparatur besonders geprüft und ausgebessert werden. Schließlich war jedoch keine in Betracht kommende Öffnung irgendwo mehr zu finden, und so konnten die Bestimmungen ihren Anfang nehmen. Es ist unbedingt erforderlich, die Leitungen und namentlich die Anschlußstellen auf ihre Dichtigkeit während des Betriebes stets und wiederholt zu kontrollieren.

§ 19. Die Messungen des Maximaldruckes der Stickstoffblasen sollten in der Weise ausgeführt werden, daß erstens eine möglichst rasche und zuverlässige Einstellung auf die maximale Höhe der Manometer-Flüssigkeit stattfinden konnte; zweitens aber mußte diese Steighöhe sofort und mit größter Genauigkeit abgelesen werden, wodurch die Verwendung einer unmittelbar an das Manometerrohr angelegten Teilung von selbst geboten war. Der ersten Bedingung kann offenbar nur dann in befriedigender Weise Genüge geleistet werden, wenn man statt zwei, nur ein einzelnes Flüssigkeitsniveau abzulesen braucht. Zuverlässig kann aber eine solche Ablesung obendrein wegen der bezeichneten Umstände nur dann sein, wenn die Höhenänderung des Flüssigkeitsniveaus auch bei geringen Druckunterschieden möglichst rasch sichtbar und relativ beträchtlich ist, und übrigens die ganze Einrichtung des Instrumentes in vollem Sinne als unveränderlich gelten kann. Der Einbau in einen Flüssigkeitsthermostaten war in bezug auf letzteren Umstand nicht zu umgehen; obendrein mußte der Raum, worin sich die zu untersuchende Substanz befand, von fremden Dämpfen nach Möglichkeit frei gehalten werden, wodurch sich wohl nur das Quecksilber als einzig anwendbare Sperrflüssigkeit für das Manometer darbot, weil seine Dampftension bei niederen Temperaturen außerordentlich klein ist.

Ursprünglich wurde versucht, mit dem von SCHEEL und HEUSE¹ beschriebenen Quecksilbermanometer für niedrige Drucke auszukommen. Dasselbe ist in ein durch Azetondampf geheiztes Luftbad eingebaut, wodurch die Temperaturkonstanz genügend ge-

¹ K. SCHEEL und W. HEUSE, Ein heizbares Quecksilbermanometer für Drucke bis 100 mm; Mitt. aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, *Z. f. Instrumentenk.* [2] 80 (1910) 45.

sichert ist, während die Einstellung der Quecksilbermenisci mittels Visieren und Nonien, welche an einer Invarschale entlang gleiten, geschieht. Wenn tadellos ausgeführt, empfiehlt sich das Instrument sicherlich für statische Messungen; in unserem Falle, wo sich der Druck stetig ändert und dann plötzlich abfällt, war das Instrument unbrauchbar, weil die für die Ablesung notwendige Zeit viel zu lang war.

Es wurde daher dieses Manometer nur für die ersten, weiter unten beschriebenen Eichungsversuche benutzt, während zur Messung der Maximalspannungen ein Übertragungsmanometer mit zwei Flüssigkeiten konstruiert wurde, und zwar mit Quecksilber und mit normalem Oktan. Die Wahl der letzteren Flüssigkeit geschah erst nach manchen Vorversuchen; sie hat sich als eine sehr glückliche erwiesen. Das Oktan ist zwar ziemlich kostspielig, ist aber in größter Reinheit zu beschaffen und hat physikalische und chemische Eigenschaften, welche es für manometrische Zwecke durchaus geeignet erscheinen lassen. Es ist eine farblose, äußerst bewegliche Flüssigkeit, die die Glaswand vorzüglich benetzt und an ihr leicht hinabläuft; die Dampftension ist bei 20° C nur 10.45 mm, bei 30° C nur 18.40 mm¹; die Viskosität bei 22.9° C gleich 0.0052 CGS. Die Kapillaritätskonstante (bei 15.5° C gleich 21.31 Erg/qcm) ist kleiner als für Petroleum oder Paraffinöl; die thermische Ausdehnung² ist ca. 0.00118. Schließlich ändert sich das Oktan auch nach längerer Zeit nicht, während sich die Quecksilberoberfläche auch bei fortwährender Berührung mit ihr vollkommen spiegelnd erhält. Das sehr reine von Kahlbaum bezogene Oktan wurde mehrmals im Vakuum destilliert und nur der konstant bei 125° C (bei 758 mm Druck) siedende Anteil für die Füllung benutzt. Es hatte bei 25.1° C eine Dichte von $d_{40} = 0.6985$; bei dieser Temperatur ist es deshalb 19.38mal leichter als das Quecksilber.³ Die Bedeutung dieses Verhältnisses ergibt sich aus folgender Überlegung.

Sei der Durchschnitt des weiteren Rohres in Fig. 8 gleich D und derjenige des kapillaren Steigrohres gleich d ; der Quecksilbermeniscus möge rechts um a mm höher stehen als links, so daß die

¹ Nach S. YOUNG, *Journ. of Chem. Soc.* **77** (1900) 1145.

² Nach E. THORPE, *Journ. of Chem. Soc.* **37** (0000) 217; über spezifische Wärme des Oktans vgl. W. LOUGUININE, *Ann. de Chim. et Phys.* [5] **27** (1882) 398; *ibid.* [7] **13** (0000) 289.

³ Die Dichte des Quecksilbers bei 25.1° C, bezogen auf Wasser von 4° C, ist 13.5337.

Höhe der Oktansäule links bis c geht, deshalb $\frac{a}{\varepsilon}$ mm beträgt, worin $\varepsilon = \frac{1}{19.38} = 0.0516$ ist. Sei Δp der Überdruck (in Millimetern Quecksilber ausgedrückt), welcher rechts vorhanden sein muß damit sich dort das Quecksilberniveau um gerade 1 mm senkt. Durch diese Senkung steigt das Quecksilber links auch um 1 mm, und das Oktan von c bis c' über Δh mm $= \frac{D}{d}$ mm.

Der Niveauunterschied beider Quecksilbermenisci ist jetzt $(a - 2)$ mm geworden, während die Oktansäule links gleich $\left(\frac{a}{\varepsilon} - 1 + \frac{D}{d}\right)$ mm ist und deshalb mit einer Quecksilbersäule von

$$\left(\frac{a}{\varepsilon} - 1 + \frac{D}{d}\right) = \left(a - \varepsilon + \frac{D}{d} \varepsilon\right) \text{ mm}$$

korrespondiert.

Der Überdruck Δp , welcher rechts angewendet werden muß, ergibt sich deshalb zu

$$\left(a - \varepsilon + \frac{D}{d} \varepsilon\right) - (a - 2) \text{ mm} = 2 + \varepsilon \left(\frac{D}{d} - 1\right) \text{ mm}.$$

Daraus ergibt sich

$$\frac{\Delta p}{\Delta h} = \frac{2 + \varepsilon(D - 1)}{\frac{D}{d}} = 2 \frac{d}{D} + \varepsilon \left(1 - \frac{d}{D}\right) = \varepsilon + (2 - \varepsilon) \frac{d}{D},$$

woraus folgt

$$\Delta p = \left\{ \varepsilon + (2 - \varepsilon) \frac{d}{D} \right\} \times \Delta h.$$

Diese Beziehung liefert deshalb als „Übertragungsfaktor“ den zwischen Klammern stehenden Ausdruck; der reziproke Wert kann als „Vergrößerungsfaktor“ unterschieden werden. Es ist klar, daß, für die Steigerung der Empfindlichkeit der Vorrichtung dieser Übertragungsfaktor möglichst klein gemacht werden muß, was geschehen kann, indem $\frac{d}{D}$ sehr klein genommen wird; $\frac{d}{D}$ muß klein sein, weil bei kleinem Werte von ε schließlich $(2 - \varepsilon)$ sehr wenig von 2 verschieden ist, und deshalb die Summe allein klein bleibt, wenn auch $\frac{d}{D}$ nur einen geringen Wert hat. Bei dem hier benutzten

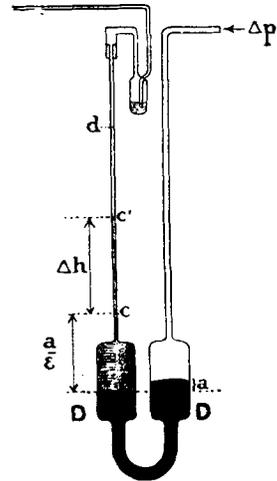


Fig. 8.

Instrument ergab eine vorläufige Ausmessung der Rohre $d = 2.406$ qmm; $D = 1257.136$ qmm; also $\frac{d}{D} = 0.00191$. Es wird deshalb der Übertragungsfaktor gleich 0.0555, woraus sich der Vergrößerungsfaktor zu rund 18 ergibt. Wenn man die Oktansäule deshalb auf 0.1 mm genau ablesen kann, so entspricht dies einem Quecksilberdruck von nur rund 0.005 mm. Wenn man annimmt, daß es sich bei diesen Messungen um Maximaldrucke handelt, welche um ca. 1 bis 10 mm Quecksilberdruck schwanken, so würde die Genauigkeit der Messung ca. 0.5 bis 0.05% betragen. Tatsächlich aber ist sie aus anderen Gründen geringer, jedoch bei den höheren Temperaturen etwa ebenso groß wie bei den niederen.

§ 20. Die definitive Form des Manometers, wie er sich schließlich nach unzähligen Versuchen und Abänderungen gestaltete, ist in Fig. 9 abgebildet. Das Manometerrohr *A* ist aus Glas bester Qualität angefertigt und verbindet zwei kommunizierende Gefäße *B* von ca. 39.9 mm Durchmesser und 1.2 mm Wandstärke. Es ist besonders darauf geachtet worden, daß die beiden Gefäße *B* nicht etwa konisch, sondern genau zylindrisch gestaltet sind; ihre Höhe beträgt ca. 100 mm. Die kapillare Steigröhre *C*, welche sorgfältig ausgesucht und zu Präzisionsmessungen geeignet sein muß, hat einen inneren Durchmesser von ca. 1.7 bis 1.8 mm, bei 2.5 mm Wandstärke; die Länge ist 600 mm. Ein gleich langes, jedoch ca. 7 mm weites Rohr dient zum Anschluß an den Blasenapparat. Das kapillare Steigrohr *C* ist an der oberen Seite mit dem übergreifenden Silberrohr *E* versehen, welches mittels einer Silberkapillare in *C* mündet und leicht abgenommen werden kann; *C* ist oben auf ca. 10 mm erweitert und so von dem Silberrohr abgeschlossen, daß kein Staub in die Kapillarröhre gelangen kann; andererseits ist das Silberrohr mit einem kleinen Oktanreservoir *R* verbunden, welches in den Thermostaten eingebaut ist und dazu dienen soll, etwaiger Verdampfung des Oktans in *C* möglichst vorzubeugen. Die Verbindung von *R* mit der äußeren Stickstoffatmosphäre geschieht durch eine verschiebbare Glaskapillare *G*, welche so gestellt werden kann, daß sie die Oktanoberfläche in *R* gerade berührt oder nach Belieben unter oder über dieselbe gebracht werden kann. Das Rohr *D* ist mittels Kupferverbindungen, wie sie überall bei Verbindung von zwei Teilen des Apparates benutzt wurden, mit dem mit Asbest umwundenen Bleirohr *k* verbunden, welches zum Blasenapparat und, wenn nötig, zum Eichungsmanometer führt. Das

ganze Manometerrohr $ABCD$ wird unten von einem Brett F , oben von einem solchen H getragen; beide sind miteinander verbunden durch vier Kupferstangen l , welche beweglich sind und eine genaue Vertikalstellung der Röhre mittels der vier Schrauben

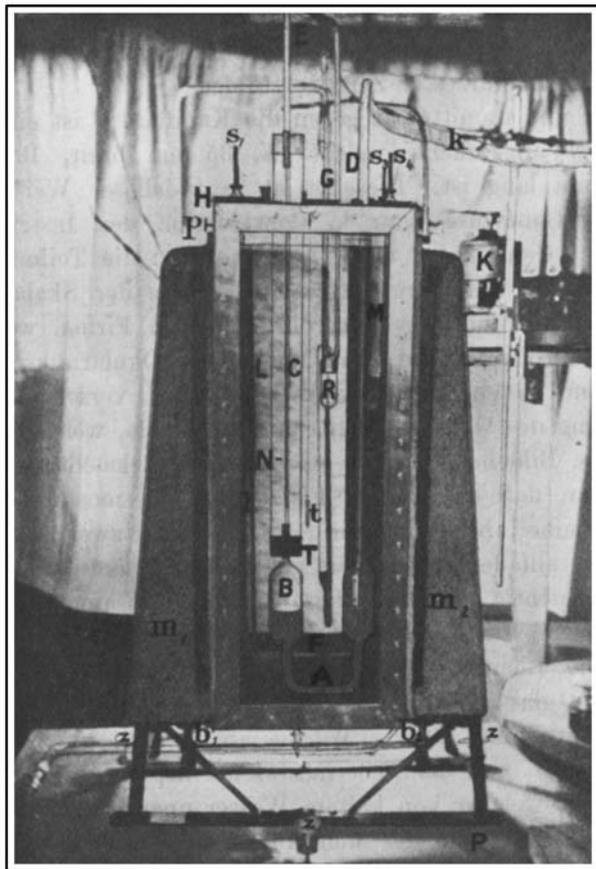


Fig. 9.

s_1 bis s_4 gestatten; durch ein kleines Lot t wird die senkrechte Lage öfters kontrolliert. Der obere Träger H ist wie ein Deckel auf den Rändern des Thermostaten aufgesetzt; er wird von den Schrauben p in seiner Lage festgehalten. Zu gleicher Zeit fungiert er als Stütze für den Toluolthermoregulator T , welcher ein sehr langgestrecktes Gefäß hat, und auch das Thermometer L ist an ihm befestigt. Der Turbinenrührer M wird von einem Motor K getrieben; der ganze

Apparat wird übrigens noch von Platten abgedeckt, um Verschmutzung der Flüssigkeitsoberfläche zu verhindern und die Temperaturkonstanz des Bades möglichst zu sichern. Während der Ablesung muß der Elektromotor *K* abgestellt werden, weil das Zittern des Apparates immerhin noch etwas hinderlich ist. Bei der großen Kapazität des Bades, welches ca. 20 kg Glyzerin enthält, findet keine merkliche Temperaturänderung statt, wenn nur die Ablesung in kürzester Zeit stattfindet.

Hinter und unmittelbar gegen die Kapillare *C* ist eine Spiegelglasskala *N* angebracht, welche ca. 35 mm breit, 10 mm dick und 450 mm lang ist. Dieselbe ist in tadelloser Weise von der Compagnie Genèveise pour la Construction des Instruments de Précision in Genf in 0.2 mm geteilt worden; die Teilung befindet sich an der der Kapillare zugewandten Seite der Skala. Ein auf 2 m Abstand befindliches Fernrohr derselben Firma, welches eine 25fache Vergrößerung hat, und mit einem Okularmikrometer mit beweglichem Faden und Mikrometertrommel versehen ist, dient zur Ablesung des Oktanmeniskus und der Skala, welche tatsächlich in derselben Bildebene gesehen werden. Die Beleuchtung der Skala geschieht so, daß die hintere Fläche des Thermostaten von einer Mattglasscheibe abgedeckt wird, welche von zwei langen zylindrischen Metallfadenlampen, wie sie in Ladenausstellungen benutzt werden, beleuchtet wird. Die Lampen haben zusammen eine Lichtstärke von ca. 100 Normalkerzen und sind an der Rückseite versilbert. Die Lichtverteilung ist genügend gleichmäßig, und das von der Mattglasscheibe diffus gemachte Licht wirkte auf das Auge nicht unangenehm; um die Wärme abzuhalten, ist zwischen den beiden Lampen und dem Thermostaten ein planparalleler Glästrog eingeschaltet, welcher von kaltem Wasser unaufhörlich durchströmt wird. Die Teilung und der Meniskus in *C* zeichnen sich bei dieser Beleuchtung sehr scharf gegen den helleren Hintergrund ab.

§ 21. Als Manometerthermostat wurde ein Apparat benutzt, der in seinen größeren Zügen dem bekannten Thermostaten für Dilatometer von F. KÖHLER durchaus ähnlich ist, in seiner Konstruktion aber davon in manchen Punkten erheblich abweicht.

Die genannten Thermostaten des Handels leiden doch alle an dem Fehler, daß die Dichtung der Glasfenster, selbst für Wasser, äußerst mangelhaft ist oder beim Gebrauch bald so wird; für Glyzerin aber, welches seiner langsameren Verdampfung, sowie seines größeren Brechungskoeffizienten wegen, hier als Badflüssigkeit ge-

wählt wurde, sind die gelieferten Instrumente unbrauchbar, weil sich der Kitt der Glasscheiben bald löst und die Flüssigkeit dann schnell nach außen dringt.

Die vollkommene Dichtung der Glasfenster wurde erst erreicht durch Anlöten vollkommen flacher Messingrahmen, welche mit flachen, 10 mm breiten Vertiefungen versehen waren, an beiden Seiten des Bades. In diesen Vertiefungen wurde erst mittels einer Lösung von bestem Kautschuk in Schwefelkohlenstoff eine 0.5 mm dicke Einlage von weichem Kautschuk angebracht; dann wurde die Spiegelglasplatte mittels derselben Lösung darauf befestigt, wobei sie genau in dieselbe Ebene wie die obere Fläche des Messingrandes kommen soll. Jetzt wurde wieder eine 0.5 mm dicke, weiche Kautschukeinlage daraufgelegt und dann ein zweimal breiterer, flacher Messingrahmen an dem unteren Rahmen mittels ca. 40 Schrauben befestigt; durch gleichmäßiges Anschrauben werden beide Messingrahmen samt den dazwischen liegenden Kautschukeinlagen und weichen Kautschukhäuten stark zusammengepreßt, und es liegen dann die Glasfenster absolut und ohne jede Unvollkommenheit der Verschließung gegen die Wände des Bades an. Vorversuche lehrten uns, daß der benutzte Kautschuk auch bei längerem Erwärmen auf 100° C mit Glycerin nicht erweichte, noch sich löste. Auch für Wasserthermostaten mit größeren Glasfenstern empfiehlt sich die beschriebene Dichtung des Bades durchaus. Vor- und Hinterfläche sowie der Deckel des Thermostaten wurden dann mit einer dicken Schicht Filz abgedeckt; nur die zur Beobachtung nötigen Öffnungen waren darin ausgespart. Auf diese Weise ist es leicht, die Temperatur innerhalb 0.1° C bleibend konstant zu halten.

§ 22. Alle die Heizgasleitungsröhren sowie diejenigen des Regulators wurden aus Metallröhren hergestellt; auf diese Weise ist Feuersicherheit auch während des Nachtbetriebes erreicht. Weiter ist der Thermostat zur bequemeren Entleerung des Bades noch mit einem Kupferhahn *W* (Fig. 9) versehen, und mit einem starken Fuß, der mittels dreier Stellschrauben auf einer Hartsteinplatte *P* ruht. Die kleinen Brenner b_1 und b_2 befinden sich in den seitlichen Eisenblechkasten m_1 und m_2 , welche an allen Seiten mit dickem Filz umkleidet sind; nur an der Obenseite haben dieselben vier kleine Löcher zum Abzug der Heizgase.

Die Regulierung des Bades erfolgte in der Weise, daß die Temperatur konstant auf 25° C gehalten wurde; die Schwan-

kungen erfolgten erst nach Stunden und waren nie größer als $\pm 0.1^{\circ} \text{C}$.

§ 23. Wie früher gesagt, sollte der Vergrößerungsfaktor des Manometers bei den gegebenen Abmessungen ungefähr gleich 18 sein. Statt aber diese Zahl durch die Ausmessung der Röhren festzustellen, haben wir es vorgezogen, den Proportionalitätsfaktor durch direkte Eichung des Manometers mittels eines empfindlichen Quecksilbermanometers, welches für statische Messungen durchaus geeignet war, festzustellen. Das früher erwähnte SCHEEL-HEUSESche Quecksilbermanometer erfüllte hierbei die Rolle eines Vergleichungsinstrumentes, und zwar wurde das Instrument mittels eines Kathetometers der Compagnie Genèveise, in kurzem Abstände vom Manometer aufgestellt, abgelesen. Obgleich diese Methode derjenigen, bei welcher die Vergleichsskala unmittelbar neben dem Manometerrohr angebracht ist, wegen der Gefahr, parallaktische Fehler zu machen, sicherlich nachsteht, so wurde bei Abwesenheit einer solchen Skala doch versucht, die gewünschte Genauigkeit anzustreben. Durch sehr sorgfältige Orientierung der Instrumente gegeneinander sowie durch geeignete Beleuchtung der Quecksilbermenisci mit diffusem Lichte, wobei dieses einen dünnen durchsichtigen Papierschirm mit unter schwacher Neigung (ca. 20° bis 30°) gegen die Horizontale darauf gezogenen schwarzen Linien passieren mußte, und also durch die Reflexbilder in dem Quecksilber eine äußerst scharfe Einstellung der Quecksilberkuppen ermöglicht wurde, wurde der Fehler bei den Messungen so herabgedrückt, daß bei wiederholten Einstellungen immer bis auf $\frac{1}{100}$ mm dieselben Werte erhalten wurden; die erreichte Genauigkeit war deshalb größer als diejenige, welche tatsächlich, — in Anbetracht der begangenen Messungsfehler, — bei dieser Methode der Oberflächenspannungsmessungen überhaupt zu erreichen war.

Der Vergleich der beiden Manometer geschah nun in der Weise, daß beide mittels eines sehr kurzen und sehr weiten, mehrmals mit Flanell umwundenen *T*-Rohres miteinander und mit einem durch Quecksilber abgesperrten Stickstoffbehälter verbunden wurden. Während nun der eine Beobachter seine Messungen am Quecksilbermanometer machte, maß der andere zu gleicher Zeit die Steighöhen des Oktanmanometers; alle Manometer sowie der Stickstoffbehälter und die Zuleitungen wurden dabei auf genau bekannten Temperaturen gehalten. Wenn in dieser Weise eine ganze Reihe von Messungen bei sehr verschiedenen Überdrucken gemacht waren,

tauschten die beiden Beobachter ihre Stellen, und es wurden dann in gleicher Weise neue Messungen angestellt. Von vornherein wurden die hierbei in Betracht kommenden Umstände und ihr Einfluß auf die Resultate so gut wie nur möglich untersucht. Die Übereinstimmung der sämtlichen Messungsreihen untereinander war recht vorzüglich; aus einer größeren Zahl solcher Resultate wurde dann schließlich der arithmetische Mittelwert genommen und aus diesem der Proportionalitätsfaktor berechnet, nachdem alle nötigen Korrekturen angebracht waren. Letztere beschränkten sich dabei hauptsächlich auf die Temperaturkorrekturen, weil der Durchmesser der Quecksilberröhre so groß war (ca. 25 mm), daß die Kapillardepressionen usw. praktisch kaum in Betracht kamen. Die Eichung des Oktanmanometers wurde während der Arbeit mehrmals wiederholt; eine tatsächliche Änderung der Instrumente ergab sich dabei jedoch nicht. So wurde z. B. nach vier Monate langem Betrieb der Proportionalitätsfaktor um 0.3% kleiner gefunden, was also sehr wenig genannt werden kann.

Als Beispiel einer solchen Vergleichung mögen die folgenden Messungen angeführt werden; die Werte sind in untenstehender Tabelle zusammengestellt.

Quecksilbermanometer				Oktanmanometer
Temperatur in ° C	Beobachteter Druck in mm	Reduzierter Druck bei 0° C		Steighöhe des Oktans bei 25° C. in mm
		in mm	in Dynen pro qcm	
12.4	7.00	6.99	9319.07	124.8
12.6	10.23	10.21	13611.97	181.8
12.9	12.45	12.43	16571.68	220.8
12.3	9.13	9.11	12145.45	162.2
12.6	13.14	13.12	17491.58	235.3
13.0	13.78	13.75	18331.50	245.0
13.1	12.44	12.42	16558.34	219.9

1 mm Quecksilberdruck bei 0° C auf 45° N. B. entspricht 1333.2 Dynen pro qcm.

Aus diesen Messungen ergeben sich die folgenden Werte für den Vergrößerungsfaktor des Oktanmanometers:

Ein Überdruck von 1 mm Queck- bei 0° C verursacht eine Steigung des Oktans um	Eine Steigung des Oktans um 1 mm bei 25° C entspricht einem Überdruck von a Dynen
17.85 mm	74.67
17.80 "	74.87
17.76 "	75.05
17.80 "	74.87
17.93 "	74.33
17.81 "	74.82
17.70 "	75.29
Im Mittel: 17.81 ± 0.11 mm	Im Mittel: 74.84 ± 0.4 Dynen pro qcm

Es ist also eine Steigung des Oktans um 1 mm gleich einem Überdrucke von 0.0561 ± 0.0003 mm Quecksilber = 74.8 ± 0.4 Dynen. Später, nachdem wir die Bestimmungen am reinsten Wasser in so vorzüglicher Übereinstimmung mit früheren Beobachtungen von VOLKMANN, BRUNNER, WORLEY u. a. gefunden hatten, haben wir den Vergrößerungsfaktor des Oktanmanometers immer durch unmittelbare Messung von χ am reinen Wasser bestimmt, bei genau bekannten Temperaturen und mit einer Kapillare von bekanntem Radius. Aus den früheren Messungen ist dann der Maximaldruck in Millimetern Hg von 0° C leicht zu berechnen, weil derselbe in Millimetern Oktan am Manometer sofort abgelesen werden kann. In solcher Weise ist jedesmal festzustellen, ob und inwieweit sich der Vergrößerungsfaktor mit der Zeit etwa verändert hat. Es ist ratsam, diese Kontrolle ebenfalls recht oft anzustellen. Die Ablesungen des Maximaldruckes können auf 0.05 mm Oktan sofort geschehen. Die Messungsgenauigkeit entspricht, wie schon früher erwähnt, im ganzen ungefähr ± 0.1 mm Oktan, d. h. ca. 0.006 mm Quecksilberdruck; eine größere Genauigkeit läßt sich in Anbetracht sämtlicher Fehlerquellen wohl kaum erzielen und wäre ohne essentielle Bedeutung.¹ Wenn aber Herr FEUSTEL in seiner früher zitierten Abhandlung meint, daß die von ihm benutzte Einrichtung den Wert der Oberflächenspannung z. B. beim Benzol zu ca. 0.3% genau zu messen gestattet, dann ist dies doch wohl als Illusion zu bezeichnen. Selbst wenn der Druck am Manometer bis $\frac{1}{4}$ Skalenteil (= 0.05 mm Oktan) abgelesen wird und der Radius des Kapillarrohres bis auf ca. 0.5% genau ausgemessen werden kann, so ist doch der Fehler, welcher bei der Bestimmung der Eintauchtiefe der Kapillare in die Flüssigkeit begangen wird, noch groß genug, um in den Werten von χ bei den einzelnen Versuchsreihen Schwankungen von ca. $\pm 0.7\%$ zu ergeben. Im Mittel sind bei kleinen Werten des Maximaldruckes die Messungen auf 1% genau; bei den Salzen selbst aber auf 0.4%.

¹ Es ist bei den Berechnungen die Beschleunigung der Schwerkraft auf 45° N. B. an der Meeresoberfläche gleich 980.6 cm pro Sekunde angenommen worden; pro Quadratcentimeter ist der Atmosphärendruck daher auf 1013250 Dynen zu berechnen. Die Oberflächenspannung χ ist im folgenden stets in Erg pro Quadratcentimeter angegeben, welche Zahl übrigens dieselbe ist wie für den Fall, daß sie in Dynen pro Zentimeter ausgedrückt wird. Der Radius tritt der Kapillare daher in den Rechnungen auch immer in Zentimetern ausgedrückt ein.

Nach allem, was bis jetzt an Erfahrung erhalten wurde, können die nach dieser Methode bei niederen Temperaturen erhaltenen Resultate als ebenso genau angenommen werden, wie z. B. die nach der Methode der kapillaren Steighöhen, — in der Form, wie sie in den Versuchen von GUYE und seinen Schülern zur Anwendung gebracht wurde, — erhaltenen Werte; vielleicht ist unsere Methode theoretisch etwas unanfechtbarer. Bei den höheren Temperaturen aber zeigt sich die Überlegenheit unserer Arbeitsweise in vollstem Umfange; während doch die Steighöhenmethode dort absolut unzuverlässig ist oder versagt, wie schon früher betont wurde, behält unsere Methode erfahrungsgemäß denselben Grad von Genauigkeit bei Temperaturen über 1650° C, auch für solche Flüssigkeiten, welche die Kapillare nicht benetzen. Darin, und in der Möglichkeit, den Raum von konstanter Temperatur seinen Abmessungen nach möglichst reduzieren zu können, liegen offenbar die großen Vorzüge der hier ausgearbeiteten Methode bei Versuchen über 400° oder 500° C. Bei gewöhnlichen Temperaturen kann als ein vorteilhaftes Moment noch der Umstand gelten, daß sich die Oberflächenschicht hier fortwährend erneuert, so daß ein „Altern“ desselben ausgeschlossen erscheint. Allerdings werden auch hier bei den organischen Flüssigkeiten dieselben Differenzen der Resultate auftreten, wie solche bis jetzt in der Literatur wohlbekannt sind.¹

§ 24. Mit Hilfe der schematischen Fig. 6 läßt sich nun der allgemeine Gang eines Versuches leicht verfolgen.

Der Gasbehälter *D* ist mit chemisch reinem Stickstoffgas gefüllt, welches durch den Hahn *h*, wie gesagt, erst in die drei Waschflaschen *e*, die mit alkalischer Pyrogalllösung gefüllt sind, gelangt, dann durch die beiden mit konzentrierter Schwefelsäure beschickten Waschflaschen *t* streicht und schließlich im Rohre k_1 k_2 über eine längere Strecke mit sublimiertem Phosphorpentoxyd in Berührung kommt. Man schließt nun die drei Hähne *b*, *j* und *q*, senkt den

¹ Neuerdings behauptet Herr TH. RICHARDS Resultate erhalten zu haben (TH. RICHARDS und L. B. COOMBS, *Journ. Amer. Chem. Soc.* **37** [1915] 1656), welche in allen Fällen völlig identisch sind. Tatsächlich wird dadurch bloß bewiesen, daß mit derselben Methode (Steighöhen) reproduzierbare Resultate zu erhalten sind, keineswegs aber, daß die nach verschiedenen Methoden erhaltenen Werte auch identisch sein werden. Die Steighöhenmethode ist wohl sicher nicht besser als viele andere.

Quecksilberbehälter *Z*, öffnet sodann die Hähne *c* und *a* und läßt nun das Stickstoffgas langsam in die Glasbirne *W* eintreten. Dann schließt man die Hähne *h*, *k*₁, *k*₂ und *c*, hebt *Z*, bis das Gas in *W* genügend komprimiert ist, und schließt dann *a*.

Es wird nun der Ventilhahn *E* soweit als möglich dichtgeschraubt, ebenso auch der Quetschhahn bei *B*; dann öffnet man den Mikrometerhahn *g*, und auch *b*, und bringt auf diese Weise das Stickstoffgas in *N* unter einen Überdruck, dessen Wert man am Manometer *A* ablesen kann; es wird darauf *b* wieder geschlossen. Nachdem das Stickstoffgas in *N* die Temperatur des Thermostaten angenommen hat, können die Messungen anfangen.

Dazu wird unter Zuhilfenahme des Spiegelbildes in einer reinen Quecksilberoberfläche die Kapillare *R* genau senkrecht gestellt und diese Lage durch Anziehen der Schraube *B* fixiert; sodann senkt man die Kapillare so weit in das Gefäß hinein, bis sich die Öffnung unmittelbar oberhalb der Flüssigkeitsoberfläche in *P* befindet.¹ Jetzt öffnet man die Hähne *p*, *u*, *q* und *j* und mißt die Höhe der Oktansäule im Manometer, wenn nirgends ein Überdruck vorhanden ist; in dieser Weise bestimmt man den Nullstand des Manometers, welche Bestimmung auch am Ende des Versuches zu wiederholen ist, damit man sich davon überzeugt, daß er wirklich derselbe geblieben ist. Auch die in Frage kommenden Temperaturen werden alle abgelesen und aufgezeichnet.

Dann öffnet der eine Beobachter vorsichtig den Quetschhahn bei *B*; langsam schraubt er die Kapillare mit Hilfe des geteilten Schraubenkopfes *N* nach unten, während der zweite Beobachter den Augenblick wahrnimmt, wo die Oktansäule plötzlich zu steigen anfängt: in diesem Augenblicke berührt die Kapillare gerade die Oberfläche der Flüssigkeit, so daß dann das Eintauchen genau festzustellen ist. Oder es wird der Kontakt mit der Flüssigkeitsoberfläche auch durch direkte visuelle Beobachtung unter starker Beleuchtung der Oberfläche mit einer Glühlampe ermittelt: beide Methoden ergaben einen gleichen Grad von Genauigkeit. Die meisten Versuche wurden ausgeführt, während sich die Kapillare gerade in der Flüssigkeitsoberfläche befand, weil dann die Korrek-

¹ Die genaue Feststellung des Kontaktes der Kapillare mit der Flüssigkeitsoberfläche von der anderen Seite her, also von der Flüssigkeit aus, ist darum nicht möglich, weil immer etwas Flüssigkeit in der Öffnung des Röhrchens hängen bleibt und deshalb die Manometerflüssigkeit nicht plötzlich sinkt, sobald die Kapillare gerade aus der Flüssigkeit heraufgeschraubt ist.

tion am kleinsten ausfällt. Sobald die Blasenbildung angefangen hat, wird der Stickstoffstrom graduell verlangsamt durch Zuschrauben von *B*, bis die Geschwindigkeit der Blasenbildung keine Änderung des Maximaldruckes mehr zur Folge hat. Man kann es leicht erreichen, daß die langsame Bildung der Blase in gewöhnlichen Fällen 30 bis 50 Sekunden dauert, bevor sie platzt. Man liest dann den Maximaldruck mehrmals am Manometer ab, unter Zuhilfenahme des verstellbaren Fadens des Mikrometerokulares; nach Beendigung des Versuches kontrolliert man wieder den Nullpunkt des Manometers, wobei man die Kapillare gänzlich aus der Flüssigkeit hebt und sie vom Blasenapparat abschraubt, um zu verhüten, daß irgendwo in der Leitung vielleicht ein kleiner Überdruck bestehen bleibt. Die Differenz des Mittelwertes aus mehreren Beobachtungen für die Höhe der Oktansäule und des Nullpunktes gibt die Größe des Maximaldruckes in Millimetern Oktan. Davon ist nach Reduzierung auf Millimeter Quecksilber von 0° C noch ein Betrag abzuziehen, welcher gegeben wird durch das Produkt der Eintauchtiefe der Kapillare in die Flüssigkeit und die Dichte derselben bei der Beobachtungstemperatur, geteilt durch das spezifische Gewicht des Quecksilbers bei 0° C; die Korrektion war bei unseren Versuchen nur klein, weil die Eintauchtiefe nie mehr als 0.1 bis 0.2 mm betrug, wie sich bei den Versuchen mit reinstem Benzol ergab, und dann bei anderen Flüssigkeiten öfters nachgeprüft wurde. Die Unsicherheit bei der Einstellung der Kapillare beträgt wohl immer ca. 0.1 mm, — ein Betrag, der bei den spezifisch leichteren Körpern wenig, bei den sehr schweren dagegen nicht unbeträchtlich ins Gewicht fällt und gelegentlich, wie gesagt, einen Fehler von im Mittel 0.7% des Endwertes herbeiführen kann.

§ 25. Als Beispiele einer solchen Messung und der bezüglichen Rechnung, seien hier die Beobachtungen an Benzol bei 25° C, und an einem anorganischen Salze angeführt.

I. Benzol. Radius *r* der Kapillare: 0.04385 cm; Dichte des Benzols: $d \frac{25^{\circ}}{4^{\circ}} = 0.873$

Nullpunkt *N* des Manometers vor dem Versuche: 42.5 mm.

Mittelwert für die Steighöhe beim Maximaldruck: 59.9 mm.

Nullpunkt des Manometers nach dem Versuche: 42.2 mm.

Eintauchtiefe *i* des Kapillarrohres: 0.2 mm.

Der Maximaldruck entspricht deshalb 59.9 — 42.35 mm Oktan = 17.55 mm Oktan = 0.982 mm Quecksilber von 0° C.

Die Korrektion dieses Betrages ist $-\frac{0.2 \times 0.873}{13.596}$ mm Quecksilber gleich ca. -0.013 mm Quecksilber von 0° C.

Der Maximaldruck H ist deshalb 0.969 mm Quecksilber von 0° C = 0.969×1333.2 Dynen = 1291.9 Dynen.

Weil in der allgemeinen Formel

$$\chi = \frac{r \cdot H}{2} - \frac{1}{3} d r^2 - \frac{1}{12} \frac{d^2 r^3}{H},$$

das Glied $\frac{1}{3} d r^2 = 0.00058$ und das dritte Glied noch kleiner ist, so können die beiden letzten Glieder bei den Messungen ruhig außer acht gelassen werden, weil die Korrekturen kleiner sind als die wahrscheinlichen Beobachtungsfehler. Es wird also sofort der Wert des Druckes, ausgedrückt in Dynen, mit dem halben Radius der Kapillare (in Zentimetern) multipliziert, um den Wert von χ in Erg pro Quadratcentimeter zu erhalten.¹ Danach wurde die im folgenden erörterte kleine Korrektion angebracht, welche aus der genaueren CANTORSchen Theorie folgt.²

II. Als zweites Beispiel mögen hier die Messungen am Lithiummetaborat LiBO_2 zwischen 950° und 1550° C dienen. Oberhalb 1200° C fängt eine langsame Zersetzung des Salzes an, wobei sich Li_2O verflüchtigt; bei 1300° C verdampft das Oxyd schon ziemlich schnell. Die Dämpfe reagieren alkalisch. Die allmähliche Zer-

¹ Eine elementare Ableitung der Formel $\chi = \frac{r \cdot H}{2}$ läßt sich wie folgt geben. Sei K die Kapillare, welche sich gerade in der Oberfläche der Flüssigkeit F befindet; in der Kapillare bewegt sich reibungslos ein Kolben k , welcher sich in solcher Lage befindet, daß gerade der Maximaldruck H herrscht und eine halbkugelförmige Blase b vorhanden ist; der Radius der Kapillare sei z . Drückt man den Kolben nun unendlich wenig nach innen, z. B. bis zu k , dann nimmt der Radius der Blase zu von r bis $r + dr$, und die überwundene Arbeit gegen die Kapillarkräfte ist gleich $d(2\pi r^2 \chi) = 2\pi r \chi \cdot dr$. Diese ist gleich der vom Kolben geleisteten Arbeit: $H \cdot dr = H 2\pi r^2 dr$. Also $H 2\pi r^2 dr = 4\pi r \chi dr$ oder $H r = 2\chi$.

² Die Berechnung M. CANTORS enthält einen Rechenfehler, welcher bei R. FEUSTEL beseitigt ist; jedoch liegt bei beiden Ableitungen eine prinzipielle Ungenauigkeit vor, wie E. SCHRÖDINGER (*Ann. d. Phys.* **46** [1915] 413) treffend bemerkt hat. Auch A. FERGUSON hat eine andere Formel gegeben. Es handelt sich hierbei immer nur um den Koeffizienten des dritten Reihengliedes. Bei M. CANTOR ist derselbe $-\frac{1}{3}$, bei R. FEUSTEL $-\frac{1}{3}$, bei E. SCHRÖDINGER $-\frac{1}{12}$, während A. FERGUSON ein drittes Korrektionsglied mit positivem Vorzeichen gibt, welches von mehr zusammengesetzter Form ist wie bei den anderen Autoren. Es ist hier die richtige Formel E. SCHRÖDINGERS gewählt worden; aber, wie gesagt, die Korrektion macht für unseren Zweck schließlich nichts aus.

setzung spiegelt sich in der Form der Kurve deutlich durch den über 1200° rasch steigenden Temperaturkoeffizienten der Oberflächenenergie. Der Radius der Kapillare bei 10° C war 0.0524 cm.

Lithiummetaborat: LiBO₂.

Temperatur (kon. auf G.-Th.)	Oktanmanometer: Maximaldrucke in			Oberflächen- energie in Erg pro qcm
	mm	mm Hg von 0° C	Dynen	
879.2°	136.4	7.442	9922	261.8
922°	135.2	7.379	9838	259.7
967.5°	133.4	7.279	9704	256.2
1011.5°	131.8	7.190	9586	253.1
1054.5°	130.3	7.108	9476	250.3
1097.3°	128.9	7.034	9378	247.7
1149.7°	126.5	6.912	9215	243.6
1198°	124.4	6.800	9066	239.7
1249°	121.7	6.638	8850	234.2
1309.3°	117.3	6.399	8531	225.8
1355°	114.6	6.252	8335	220.7
1408°	110.4	6.022	8029	212.7
1457°	105.4	5.750	7666	203.1
1520°	99.8	5.445	7260	192.4

Der Vergrößerungsfaktor des Oktanmanometers betrug hier 18.33 Der Radius der Kapillare ist bei 900° C 0.05278 cm; bei 1000° C 0.05282 cm; bei 1100° C 0.05286 cm usw.

§ 26. Die Platin- oder Platin-Rhodiumkapillaren wurden mittels Alkohol und Äther gereinigt und dann ausgeglüht; die Silber-
röhren wurden im Trockenschrank bei 120° C getrocknet. Bei den Versuchen mit Salzen muß die Kapillare unbedingt vor dem Erstarren der Schmelze daraus entfernt werden, weil sie sonst verdirbt; die Reinigung erfolgt erst mit Wasser oder Säure, bei Silikat-schmelzen durch ein Gemisch von kalter starker Fluß- und Salz-säure.¹ Immerhin ist eine sehr sorgsame Handhabung der Kapil-lare geboten, weil sich der dünne Rand derselben äußerst leicht ändert. Nach Messungen war die Breite der scharfen Schneide im Mittel ca. 0.0013 mm; sie muß deshalb fortwährend mit der Lupe auf ihren augenblicklichen Zustand kontrolliert werden und, sobald sich Sprünge oder Risse zeigen, auf der Drehbank abgedreht und dann mittels des Ölsteines abgeschliffen werden. Es ist die Be-schaffung guter Kapillaren, wie gesagt, eine schwierige und zeit-raubende Sache; keine mechanische Werkstätte lieferte bisher in dieser Beziehung etwas Brauchbares; so daß wir immer darauf an-

¹ Nach Versuchen mit Silikaten mußten wohl immer die Kapillare neu angeschliffen werden, weil der feine Rand verdorben erschien.

gewiesen waren, uns solche Kapillaren selbst herzustellen, was nach längerer Übung schließlich in verhältnismäßig befriedigender Weise gelang.

§ 27. Die Korrektur, auf welche schon im vorhergehenden hingedeutet wurde, und die schließlich an den in der soeben angegebenen Weise berechneten Werten noch immer anzubringen ist, ergibt sich nun aus folgenden Überlegungen.

Es ist namentlich bei der Ableitung von CANTORS Gleichung¹ zwischen H , d_t und r eine Annäherungsrechnung benutzt, welche aber auf Voraussetzungen beruht, denen beim Experiment offenbar nicht in vollem Umfange Genüge geleistet werden kann. Aus der Ableitung der Formel, wie sie bei R. FEUSTEL² gegeben wird, läßt sich folgern, daß die CANTORSche Beziehung nur dann gültig sein kann, wenn der Winkel θ , den die Tangente, in einem willkürlichen Punkte des scharfen Randes der Versuchskapillare an der Rotationsfläche des Gasbläschens angebracht, mit der Flüssigkeitsoberfläche einschließt, sehr wenig von 90° verschieden ist; in diesem Falle kann er deshalb bei der Ableitung zu $(90^\circ - \varepsilon)$ gesetzt werden, worin ε eine sehr kleine Größe ist. Von dieser beschränkenden Bedingung kann man sich nun frei machen¹, wenn man in den FEUSTELschen Beziehungen:

$$\frac{2\chi}{r} \cos \theta = r d_t \frac{1}{(1 - \cos \theta)^2}$$

und

$$H = \frac{r \cdot d_t \sin \theta}{\cos \theta (1 - \cos \theta)^2} + \frac{r \cdot d_t}{3 \sin \theta} \left(\cos \theta + \frac{2}{1 - \cos \theta} \right)$$

— in welchen Gleichungen H , d_t und r die bekannte Bedeutung haben — die Werte $q = \frac{2\chi}{r^2 d_t}$ und $p = \frac{H}{r d_t}$ einsetzt, wodurch die genannten Beziehungen übergehen in

$$q = \frac{1}{4 \cos \theta \sin^4(\theta/2)}, \text{ resp. } p = q \sin \theta + \frac{1}{3} \left\{ \cot \theta + \frac{1}{\sin \theta \sin^2(\theta/2)} \right\}.$$

Für eine ganze Reihe von Werten von θ kann man hieraus die entsprechenden Werte von q und p berechnen und dieselben als Koordinaten in einer graphischen Darstellung benutzen. Man

¹ Diese Bemerkungen verdanke ich Herrn Prof. H. A. LORENTZ; der Versuch ergab, daß tatsächlich die diesbezüglichen Differenzen noch zu groß waren, um vernachlässigt werden zu können.

² *Ann. der Physik*, loco cit.

erhält so eine Kurve, die ein scharfes Minimum für $\theta = 70^{\circ} 31' 43''$ erreicht; die Form desjenigen Astes, welcher hier benutzt wird, weicht aber nur wenig von einer geraden Linie ab. Die zugehörigen Werte für θ — p und q — sind in untenstehender Tabelle zusammengestellt.

Zugehörige Werte der Größen θ , p und q .		
θ	p	q
0°	∞	∞
10°	4399.400	793.940
20°	292.600	100.080
30°	61.717	30.860
40°	23.850	15.330
45°	16.458	15.210
50°	12.192	12.060
55°	9.588	9.995
60°	8.000	8.660
65°	7.098	7.862
70°	6.753	7.546
$70^{\circ} 31' 43''$	6.750	7.542
75°	7.033	7.814
80°	8.433	9.183
85°	13.770	14.479
86°	16.567	17.269
87°	21.277	21.960
88°	30.764	31.448
89°	59.350	60.027
$89^{\circ} 4'$	63.440	64.120
90°	∞	∞

Die Korrektur wird nun so angebracht, daß man H mißt, und nun mittels der bekannten Werte für d und r , daraus p berechnet; aus der Figur läßt sich dann durch graphische Interpolation q , und deshalb auch χ , direkt finden. Der Wert für H in Millimetern Quecksilber wird dabei erst mit dem spezifischen Gewichte des Quecksilbers bei der Manometertemperatur (oder nach Umrechnung auf 0°C , wie in unserem Falle, mit d_0) multipliziert und mit $r \cdot d_t$ dividiert, worin r jetzt in Millimetern ausgedrückt wird. Bei dem erhaltenen Werte für p sucht man nun den entsprechenden Wert für q und multipliziert ihn mit $\frac{1}{2} r^2 \cdot d_t$. Man erhält auf diese Weise χ in mg/mm; durch Multiplikation mit 9.806 findet man χ in Erg/qcm. Es ergibt sich, daß die ursprüngliche CANTORSche Gleichung eigentlich ohne merkliche Fehler nur bei Werten von θ benutzt werden darf, die zwischen 0° und ca. $0^{\circ} 55'$ gelegen sind.

Die hier berechnete Korrektur ändert zwar die Form der χ (kürzer!) t -Kurven nicht, wohl aber verkleinert sie die absoluten Werte ein wenig, woraus sich eine Parallelverschiebung der bezüg-

lichen Kurven ergibt. Die so erhaltenen Werte sind in noch etwas besserer Übereinstimmung mit den nach der kapillaren Steighöhenmethode erhaltenen Werten für χ , als die sofort aus der CANTORschen Gleichung berechneten. Als Beispiele mögen hier die Zahlen für Diäthyläther und für Resorcin-Monomethyläther wiedergegeben werden.

Diäthyläther.

t°	p	q	in Erg pro qcm aus der CANTOR- schen Formel berechnet	
- 75 ^o	37.53	36.92	28.5	28.9
- 20.5 ^o	30.60	29.89	21.5	21.9
0 ^o	28.28	27.58	19.2	19.6
11 ^o	26.93	26.27	17.9	18.4
25 ^o	25.61	25.00	16.7	17.1
29.6 ^o	25.35	24.70	16.4	16.8

Resorcin-Monomethyläther.

t°	p	q	in Erg pro qcm aus der CANTOR- schen Formel berechnet	
- 20 ^o	62.85	62.20	83.1	83.9
0 ^o	39.89	39.30	51.6	52.4
46 ^o	34.91	34.30	43.4	44.2
107 ^o	31.91	31.20	37.5	38.3
166 ^o	28.48	27.80	31.5	32.3
206 ^o	25.29	24.60	26.8	27.6

Im ersten Falle ist die ganze Kurve deshalb über -0.4 Erg parallel sich selbst verschoben, im zweiten Falle über -0.8 Erg.

Übrigens können die Differenzen, welche die nach der Steighöhenmethode erhaltenen Werte unter sich und mit den unserigen zeigen, auch in noch nicht zutage geförderten Fehlerquellen der ersten Methode selbst zu suchen sein. So könnte dabei z. B. an einen Einfluß des Randwinkels θ gedacht werden; denn wo die Steighöhe *ceteris paribus* proportional dem Kosinus von $(180^{\circ} - \theta)$ ist, so würde dieser Einfluß die gefundenen Werte verkleinert erscheinen lassen, was auch tatsächlich immer der Fall ist.

§ 28. Die benutzten Flüssigkeiten wurden mit peinlichster Sorgfalt gereinigt. Als Ausgangsmaterialien benutzten wir die allerreinsten Handelsprodukte, welche von der Kahlbaumschen Fabrik geliefert wurden; wenn nicht käuflich, so wurden die gewünschten Präparate erst durch Synthese dargestellt. Es zeigte sich bald, daß

auch die reinsten Produkte des Handels für unseren Zweck gänzlich untauglich waren. Dieselben wurden dann erst mittels umgeschmolzenen wasserfreien Natriumsulfats soviel wie nur möglich entwässert, dann wiederholt über Phosphorpentoxyd der letzten Spuren Feuchtigkeit beraubt und einer äußerst langsamen Destillation unterworfen, wobei nur die Fraktion, welche innerhalb 0.5° bis 1° C übergang, weiterverwendet wurde. Auch wenn diese Operation mehrmals wiederholt wurde, zeigte es sich in einigen Fällen, daß beim Abkühlen bis 22° C die Flüssigkeiten — wenn sie nicht schon kristallisierten — etwas trübe wurden und daß nach längerer Zeit oft eine dünne Haut fester Substanz sich lokal an der Glaswand bildete. Dieselbe war in einigen Fällen Eis, in anderen vielleicht ein höher schmelzendes Homologes oder Isomeres. Die Flüssigkeit wurde dann abgegossen, wieder destilliert und nochmals ausgefroren usw. So wurden in manchen Fällen tadellose Produkte erhalten, welche dann bei noch niedrigerer Temperatur oft plötzlich zu einer homogenen weißen Kristallmasse erstarrten. Eventuell eintretende Verunreinigung der Substanz verrät sich während den Messungen öfters sofort durch den Umstand, daß die erhaltenen Werte für χ dann plötzlich und unregelmäßig außerhalb der richtigen Temperaturkurve zerstreut liegen und letztere sich oft abnorm schnell zur Temperaturachse nähert. Es ist bei dieser Reinigung der Flüssigkeiten deutlich geworden, daß viele der in der Literatur angegebenen Siedepunkte ungenau sind, und zwar, wahrscheinlich wegen der allzu schnell erfolgten Destillation, fast immer zu hoch angegeben sind. Dagegen stimmten die spezifischen Gewichte in vielen Fällen ausgezeichnet mit den genauesten Daten einzelner Forscher überein. Wenn nötig, so wurden die Operationen in sauerstofffreier Atmosphäre oder unter vermindertem Drucke ausgeführt. Wenn nichts Weiteres angegeben wird, beziehen sich die Siedepunkte auf Atmosphärendruck (meistens zwischen 758 bis 761 mm).

Die Messungen wurden fast nie über 220° C ausgedehnt, weil bei dieser und höheren Temperaturen wohl immer eine Gelbfärbung der organischen Körper eintrat oder eine teilweise Zersetzung deutlich stattfand; die Messung von χ hat bei der außerordentlichen Empfindlichkeit der Oberflächenspannung für fremde Beimischungen dann doch keinen reellen Sinn mehr. Immerhin war aber das ganze Temperaturbereich von fast 300° C doch genügend groß, um den Verlauf der χ (kürzer!) t -Kurven zu zeigen.

Das von uns zur Eichung benutzte Wasser war das für elektrolitische Arbeiten präparierte Leitfähigkeitswasser; es wurde aus zinnernem Kühler destilliert und kam in ausgedämpften Flaschen aus bestem Resistenzglas zur Verwendung. Wenn auch nur einige Vermutung von eventueller Lösung fremder Substanzen da war, wurde sofort für die weiteren Versuche frisch vorbereitetes Leitfähigkeitswasser benutzt. Die Abweichungen der Daten beim Wasser, wie sie von verschiedenen Forschern bestimmt wurden, beruhten zweifellos auf ungleichem Grade chemischer Reinheit der verwendeten Flüssigkeit; gerade beim Wasser ist der Einfluß für Infektion mit Fremdkörpern doch bekanntlich besonders groß, wie sich auch bei vorläufigen Messungen an binären Mischungen herausstellte.¹

¹ In bezug auf diese Messungen sei folgendes bemerkt: In erster Reihe wurde eine Anzahl binärer Mischungen von organischen Flüssigkeiten untersucht, und zwar: Tetrachlorkohlenstoff + Äthylacetat, zwischen -21° und 61° C; Aceton + Chloroform, zwischen -20° und 40° C; Tetrachlorkohlenstoff + Benzol, zwischen 12° und 64° C. Bei allen diesen drei Paaren waren die bezüglichen Kurven regelmäßig steigend, und zwar schwach konvex nach der Konzentrationsachse. Bei Tetrachlorkohlenstoff + Äthyljodid, zwischen -21° und 65° untersucht, waren die Kurven schwach konkav nach jener Achse hin, also konvex nach oben. Die Gemische von Pyridin + Essigsäure wurden wegen der stark positiven Wärmetönung beim Mischen derselben untersucht: zwischen 0° und 50° C waren die Kurven stark konkav nach der Seite der Konzentrationsachse. Ebenso wurden Gemische von Aceton + Schwefelkohlenstoff, wegen der großen negativen Wärmetönung beim Vermischen, zwischen -72° und 40° C untersucht. In Übereinstimmung mit dem algebraischen Vorzeichen der Mischungswärme, wurde unterhalb -39° eine Entmischung in zwei Flüssigkeitsschichten beobachtet, unter schön blavioletter Opaleszenz. In den Kurven unterhalb -40° wurde somit ein horizontal verlaufender Teil wahrgenommen.

In allen diesen Fällen war die Änderung der Oberflächenspannung der Komponenten durch Hinzufügung einer geringen Quantität der anderen relativ gering.

Gänzlich anders aber war dieser Einfluß, sobald Wasser die eine Komponente war! Untersucht wurden die Kombinationen: Propylalkohol + Wasser, zwischen 0° und 41° C; Aceton + Wasser zwischen 0° und 35° C; Ameisensäure + Wasser, zwischen 0° und 60° C; und Buttersäure + Wasser, zwischen 0° und 26° C. In allen diesen Fällen wurde die Oberflächenspannung der organischen Substanz durch eine kleine Quantität Wasser langsamer oder schneller erhöht; aber die Oberflächenspannung des Wassers wurde, selbst durch Hinzufügen von minimalen Spuren der organischen Substanz in allen Fällen ganz kolossal verringert, so daß dieselbe fast plötzlich auf den Wert für die organische Substanz selbst zurücksank. Nur bei Ameisensäure + Wasser geschah diese Verkleinerung etwas langsamer. Der kolossale Einfluß etwaiger Verunreinigungen auf der Oberflächenspannung des Wassers erhellt hieraus ganz deutlich.

Die Bestimmung der spezifischen Gewichte.

§ 29. Für die Berechnung der molekularen Oberflächenenergie und deren Temperaturkoeffizienten war es nötig, das spezifische Gewicht der untersuchten Flüssigkeiten bei den Versuchstemperaturen zu kennen.

Soweit es die organischen Flüssigkeiten betrifft, kam in erster Reihe die pyknometrische Methode in Betracht. Wir benutzten dabei meist Pyknometer mit doppelwandigem Gefäß; der Raum zwischen den beiden Glaswänden war evakuiert, während das Instrument mit eingeschliffenem Thermometer versehen war. Die Dichten wurden in Thermostaten von 25°, 50° und 75° C bestimmt. Bei den niedrig siedenden Flüssigkeiten geschahen die Messungen auch in Eis, oder in Kältemischungen von Salz und Eis oder von

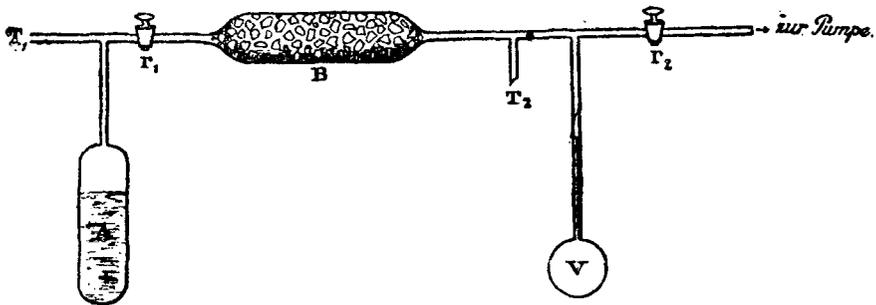


Fig. 10.

fester Kohlensäure und Alkohol, mit Hilfe eines Volumeters. Speziell bei den niedrig siedenden Aminen, welche obendrein schnell Wasserdampf und Kohlensäure aus der Atmosphäre an sich ziehen, mußte besondere Vorsorge beim Füllen dieser Volumeter getroffen werden. In bezug auf die Füllung des Instrumentes in diesen Fällen sei folgendes bemerkt: Die flüchtige Verbindung befindet sich im Gefäß *A* (Fig. 10); dasselbe wird in ein Gemisch von fester Kohlensäure und Alkohol gestellt, dann die Glasspitze abgebrochen und *A* unter fortwährender Kühlung an den übrigen Glasapparat angeschmolzen. Durch T_1 wird über Natronkalk von Kohlensäure befreite trockene Luft eingeblasen, während die fettfreien Hähne bei r_1 und r_2 geschlossen sind. Es wird nun T_1 zugeschmolzen und gleichfalls das Volumeter *V* angeschmolzen; dabei kann die Luft durch T_2 entweichen. Wenn die Operation beendet ist, wird T_2 dichtgeschmolzen, die Hähne r_1 und r_2 werden geöffnet

und der ganze Apparat evakuiert. Man taucht nun das Volumeter V in die Kältemischung, öffnet den Hahn r_1 und destilliert die gewünschte Menge der Flüssigkeit von A nach V , wobei der Dampf die mit BaO gefüllte Röhre B passiert, wo er die letzten Spuren Wasserdampf abgibt. Es wird nun V an einer Stelle angeschmolzen, welche ziemlich viel höher liegt als der höchste Teilstrich der Kapillare, und das Instrument gewogen. Man macht nun die Volumbestimmungen bei den gewünschten Temperaturen, sprengt die Kapillare ab und wägt nachher das gereinigte, leere Volumeter zusammen mit der abgesprengten Glasspitze. Die Differenz beider Wägungen ergibt das Gewicht der benutzten Flüssigkeit, dessen Volumina jetzt bekannt sind. Nach den nötigen Korrekturen ergibt sich daraus die gefragte Dichte für die verschiedenen Temperaturen. Die mit dickwandigen Kapillarröhren versehenen Volumeter wurden sorgfältig mit Flüssigkeiten von genau bekannter Dichte geeicht. Es ergab sich in den meisten Fällen, daß die dritte Dezimale der erhaltenen Werte noch sicher war, was für den vorliegenden Zweck ausreichend ist.

In vielen Fällen, wie bei den höher schmelzenden organischen Substanzen, war auch die Verwendung des Volumeters nicht mehr möglich; es wurde dann von einer hydrostatischen Methode unter Benutzung eines Schwimmers Gebrauch gemacht, welche weiter unten bei Beschreibung der Dichtebestimmung von geschmolzenen Salzen ausführlicher dargestellt ist. Nur wenn die Flüchtigkeit der Substanzen so groß war, daß sich schnell ein Sublimat um den Aufhängedraht bildete, konnte auch diese Methode keine Anwendung finden; in solchen Fällen mußte die Bestimmung der Dichte überhaupt aufgegeben werden.

Für die Messung des spezifischen Gewichtes von den geschmolzenen Salzen und Silikaten war nur die Methode des hydrostatischen Auftriebes anwendbar. Dieselbe wurde zu diesem Zwecke nach vielen Versuchen endlich in folgende Form gebracht. An der einen Schale einer empfindlichen analytischen Wage (Fig. 11) ist ein möglichst feiner Platindraht F mittels einer Öse befestigt; der Draht ist für Temperaturen bis 1600°C wenigstens 0.3 bis 0.4 mm stark zu nehmen, weil er sonst schnell zerreißt, wegen der Weiche des Platins über 1500°C . Der Draht ist ca. 80 cm lang und geht durch eine schmale Bohrung im Wägekasten, durch eine zweite solche im Brett B und durch die zentrale Öffnung des Wasserschirmes S .

An seinem freien Ende trägt er einen Platindoppelkegel *D*, welcher aus iridiumfreiem Platin angefertigt ist und in unseren Versuchen ca. 12.1 g wog. Die Wage kann mittels vier Kupferräder *k* an den vier Eisenstangen *E* entlang gleiten; sie wird von einer beweglichen Stütze *P* getragen, welche an ihrem Ende auch ein Rad *m* trägt, mittels dessen sie auf dem Stahldraht *d* aufruhrt; dieser Stahldraht wird mit Hilfe eines Hebels *H* verkürzt oder verlängert, wodurch sich die Wage heben oder senken läßt. Das Brett *B* kann auf zwei Eisenschienen, welche auf der Unterlage *A* befestigt sind, mittels vier Räder *t* hin und her rollen, so daß die

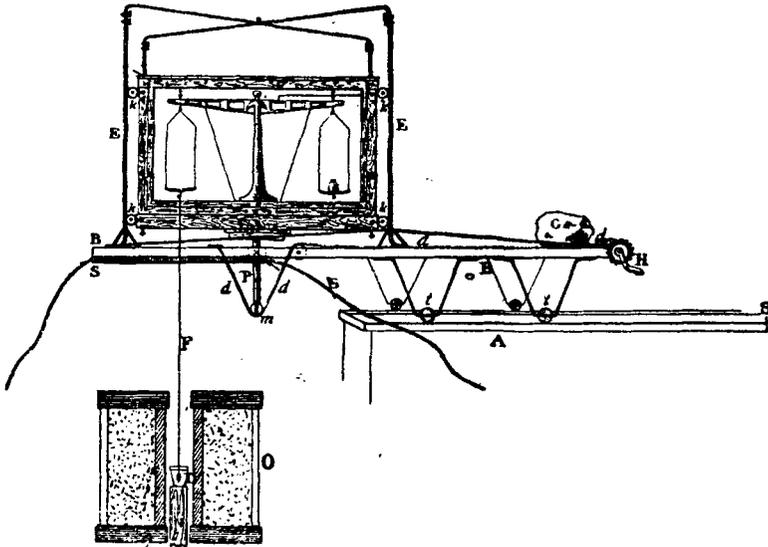


Fig. 11.

Wage über den Ofen *O* gestellt oder, wenn nötig, davon zurückgerollt werden kann. *G* ist ein schweres Gegengewicht aus Eisen.

Der ganze Apparat ist in der Nähe des Ofens in geeigneter Höhe befestigt; der Wasserschirm wird während der Messungen immer von kaltem Wasser durchflossen, so daß die Wärmestrahlung des Ofens von der Wage abgehalten wird.

Erst wird der Doppelkegel in Luft durch Zugeben von Gewichten in die andere Schale ins Gleichgewicht gebracht; dann wird der Kegel gesenkt, bis er, sowie auch ein Stück des Drahtes, bis zu bestimmter Höhe völlig in das geschmolzene Salz eintaucht. Der Auftrieb und die Temperatur werden gemessen und daraus die Dichte d_4 berechnet.

Die Methode wurde erst an einer Reihe von organischen Flüssigkeiten ausprobiert; es ergab sich dabei, daß die Resultate mit den pyknometrisch erhaltenen übereinstimmten, wenn nur eine Korrektion für die kapillare Wirkung auf den Draht in Rechnung gebracht wird. Namentlich der beobachtete Auftrieb ist immer kleiner als der wirkliche, und zwar wurde empirisch gefunden, daß diese Verkleinerung *ceteris paribus* der Oberflächenspannung χ der Flüssigkeit bei der Beobachtungstemperatur proportional ist; sie beträgt bei den hier benutzten Fäden etwas mehr als 0.0001 g für jeden Erg. Auch bei den geschmolzenen Salzen, so z. B. bei KNO_3 , NaNO_3 , LiNO_3 usw. ergaben sich die absoluten Werte von d_{40} in Übereinstimmung mit denen von GOODWIN und MAILEY¹, wenn zum beobachteten Auftrieb immer ca. 0.0001 χ g hinzugefügt wurde.

Es muß hier bemerkt werden, daß der Temperaturkoeffizient der Dichte aber von dieser Korrektion nicht oder fast nicht berührt wird; derselbe ergab sich in völliger Übereinstimmung mit den Werten der amerikanischen Forscher.

Immerhin sind die Daten, welche für d_{40} in dieser Weise gewonnen wurden, nur bis in die zweite Dezimale vollkommen sicher; aber erstens ist dieses für unseren Zweck wohl genügend, und zweitens scheint es zurzeit wohl ausgeschlossen, genauere Resultate bei so hohen Temperaturen zu erhalten. Denn für das Innehalten konstanter und überall gleicher Temperatur ist es nötig, den Kegel und die Salzmassen möglichst klein zu wählen²; bei der großen Dichte des hier allein verwendbaren Platins ist also das Volumen des Schwimmers nur geringfügig, und der beobachtete Auftrieb daher gleichfalls. Dann werden auch die Schwingungen der Wage, namentlich wenn die Viskosität der Schmelzen einigermaßen beträchtlich ist, in hohem Grade gehemmt und gedämpft, so daß jede Messung öfters ein längeres Verbleiben bei konstanter Temperatur notwendig macht, und selbst dann wird die zu erreichende Genauigkeit nicht unerheblich beeinträchtigt.

Noch ein anderer Umstand macht sich hier oft geltend. Bei diesen hohen Temperaturen besitzen die meisten Substanzen schon einen erheblichen Dampfdruck; das verdampfende Salz setzt sich an den kälteren Stellen des Drahtes rund um denselben als eine Kristallschicht ab. Auch hierdurch wird der beobachtete Auftrieb kleiner

¹ H. M. GOODWIN und R. D. MAILEY, *Phys. Rev.* 25 (1907) 469; 26 (1908) 28.

² F. M. JÄGGER, Eine Anleitung usw. (1913) 56, 57.

erscheinen, als er sein soll, und es ist ziemlich schwer, diesen Einfluß jedesmal genau zu bestimmen oder selbst nur abzuschätzen.

Ogleich also die erhaltenen Daten nicht so genau sind als vielleicht gehoffnet wurde, so glauben wir jedoch, daß sie gestatten, einen ziemlich richtigen Eindruck von der Größe des Temperaturkoeffizienten der molekularen Oberflächenspannung dieser geschmolzenen Salze zu geben.

Bei den Versuchen wurde das Gewicht des Platinkegels mit dem eintauchenden Stück des Drahtes auf 12.1772 g bestimmt; die Dichte des Platins ergab sich pyknometrisch bei 25° C zu 21.47; bei 0° C zu 21.485.

Die Dichte des Platins bei t° C wurde also berechnet zu:

$$d_t^{Pt} = \frac{21.485}{1 + 3(0.000008868 t + 0.00000001924 t^2)}$$

Wenn P das Gewicht des Schwimmers mit dem Draht in der Luft ist und p dasselbe in der Schmelze, dann ist $P - p$ der scheinbare Auftrieb; der wirkliche Auftrieb A ist daher $P - p + 0.0001 \chi_v$ und man hat nun:

$$\frac{A}{P} = \frac{\text{Dichte der Schmelze} - \text{Dichte der Luft}}{\text{Dichte des Platins}}$$

und deshalb

$$d_{4^{\circ}}^t = \frac{A \cdot d_t^{Pt}}{12.1772} + 0.001.$$

In dieser Weise sind die bei den Salzen erwähnten Werte für $d_{4^{\circ}}$ berechnet worden.

§ 30. Es werden jetzt im folgenden die nach der gewählten Methode erhaltenen Daten mitgeteilt und die Schlüsse, wozu dieselben führen, weiter unten diskutiert. Die Reihenfolge der studierten Verbindungen wird sein: Wasser usw.; Organische Flüssigkeiten; aliphatische, aromatische und zyklische Verbindungen und einige binäre Mischungen; anorganische Verbindungen: Salze usw., darunter Silikate; endlich geschmolzene Eruptivgesteine. Über die Silikate und Eruptivgesteine aber werden die Daten erst später publiziert werden.

§ 31. Es wurden in erster Reihe Messungen angestellt an reinstem Leitfähigkeitswasser, sowie an dialysierten kolloidalen Lösungen von Kieseldioxyd, Ferrioxyd und Molybdänoxyd Mo_3O_8 .

Die Figur gibt die Resultate in graphischer Darstellung, wobei die Resultate von VOLKMANN¹, BRUNNER², WORLEY³ und von RAMSAY und SHIELDS⁴ zum Vergleich daneben gestellt sind. Die übrigen mit *W*, *S*, *R*, *Ss*, *H* und *M* angegebenen Punkte beziehen auf nach sehr verschiedenen Methoden gemachten Messungen von einer Reihe anderer Autoren⁵; die Messungen gelten für 20° C. Der von einigen Autoren⁶ angegebene Wert für $\chi_{20} = 75$ Erg ist wahrscheinlich etwas zu hoch und besser durch 72.6 Erg zu ersetzen; auch RICHARDS' neueste Messungen stimmen besser mit unserem Werte überein. Bei uns ist A^2 bei 20° C 14.80; RICHARDS gibt an: 14.861.

Es ergibt sich eine vollkommene Übereinstimmung der Resultate mit denen von VOLKMANN, BRUNNER und von WORLEY; dagegen liegt die Linie von RAMSAY und SHIELDS bedeutend niedriger. Sie ist obendrein geradlinig, was bei den anderen Autoren nicht zutrifft. Die Oberflächenspannung der kolloidalen Lösungen differiert nur wenig von der beim reinen Wasser, was von vornherein zu erwarten war.

Obgleich die kolloidalen Lösungen der untersuchten Metalloxyde bei höherer Temperatur nicht koagulieren, so scheinen darin jedoch unter diesen Umständen irreversible Änderungen stattzufinden, welche nachher sich als Änderungen der Werte von χ bei den nämlichen Temperaturen kundgeben.

¹ P. VOLKMANN, Wied. Ann. 11 (1880) 177; 17 (1882) 353; 58 (1894) 633, 644; 56 (1895) 457; 62 (1897) 507; 66 (1898) 194.

² C. BRUNNER, Pogg. Ann. 70 (1847) 481.

³ R. T. WORLEY, Journ. Chem. Soc. 105 (1914) 266.

⁴ W. RAMSAY und J. SHIELDS, loc. cit.

⁵ Die in der Figur angegebenen Buchstaben beziehen sich auf: *W* = WEINBERG, Z. f. physik. Chem. 10 (1892) 34; *S* = SIEG, Diss. Berlin (1887); *R* = RAYLEIGH, Phil. Mag. [5] 80 (1890) 386; *Ss* = SENTIS, Ann. de l'Univ. Grenoble 9 (1887) 1; *H* = PROCTOR HALL, Phil. Mag. [5] 86 (1893) 385; *M* = MAGIE, Wied. Ann. 25 (1885) 421.

⁶ H. FREUNDLICH, Kapillarchemie (1909) S. 28.

Wasser: H₂O.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
0.4	2.593	3457	75.8	1.000	521.0	15.46	1.02	125.3
2	2.583	3444	75.5	1.000	518.9	15.40	1.01	125.5
16.4	2.498	3330	73.0	0.999	502.1	14.90	0.93	116.7
18.4	2.488	3317	72.7	0.999	500.0	14.84	0.92	116.7
25	2.456	3275	71.7	0.997	493.6	14.67	0.89	115.5
35	2.398	3197	70.0	0.994	483.1	14.36	0.84	115.3
37.8	2.383	3177	69.7	0.993	481.3	14.31	0.83	115.4
55	2.291	3055	66.9	0.986	464.3	13.84	0.76	124.6
74.2	2.178	2904	63.6	0.975	444.8	13.30	0.69	130.6
98.5	2.014	2688	58.8	0.960	415.8	12.51	0.61	135.1
99.9	2.004	2672	58.5	0.959	414.0	12.44	0.60	135.2

Molekulargewicht: 18.2.

Radius der Kapillare: 0.04385 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Wert für χ bei 20° C ist deshalb 72.6 Erg pro qcm, und deshalb niedriger als der gewöhnlich adoptierte Wert: 75 Erg. Für 20° C finden wir: 14.80 Erg, während RICHARDS [*J.am. Chem. Soc.* 37 (1915), 1676] angibt: 14.86 Erg. Weiter stimmen unsere Messungen völlig mit denen von BRUNNER (1847), VOLKMANN (1880), und WOBLEY (1914), überein. Offenbar ist die χ - t -Kurve eine konvexe Linie; jedenfalls nicht gerade, wie bei RAMSAY und SHIELDS.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist allerdings sehr klein: etwa 1.0 Erg pro Grad, mit Schwankungen zwischen 0.9 und 1.05 Erg pro 1° C.

§ 32. Aliphatische Verbindungen.

Chloroform: CHCl₃.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-22	1.142	1523.4	32.5	1.555	587.5	4.26	2.03	66.1
0	1.050	1394.3	29.7	1.519	545.3	3.99	1.74	66.3
25	0.927	1236.0	26.2	1.476	490.4	3.62	1.45	64.9
35	0.881	1174.5	24.8	1.459	467.8	3.47	1.34	64.8
55	0.798	1063.9	22.4	1.425	429.2	3.21	1.17	65.0

Molekulargewicht: 119.51.

Radius der Kapillare: 0.04385 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung wurde aus reinstem Chloral bereitet, sorgfältig getrocknet, mehrmals bei -79° C ausgefroren und wiederholt destilliert. Der Siedepunkt war konstant bei 61.2° C; der Wert von χ bei dieser Temperatur war 21.8 Erg pro qcm. Die Substanz schmilzt bei -60° C.

Der Temperaturkoeffizient von μ kann zwischen -22° und +55° C als praktisch zu 2.06 gleichbleibend betrachtet werden.

Tetrachlorkohlenstoff: CCl_4 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häSION A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-18	1.087	1450.4	30.9	1.659	633.0	3.80	2.29	64.8
0.1	1.005	1340.9	28.5	1.632	590.2	3.56	2.01	62.4
25	0.899	1199.5	25.4	1.585	536.4	3.27	1.69	58.2
35	0.862	1149.4	24.3	1.560	518.6	3.18	1.59	55.1
55	0.793	1058.1	22.3	1.525	483.2	2.98	1.40	55.1

Molekulargewicht: 153.80.

Radius der Kapillare: 0.04385 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter ca. 90 mm Druck siedete die Flüssigkeit bei 26° C; sie erstarrt bei -60° C zu einer weißen Kristallmasse, die bei -20° C schmilzt. Unter Atmosphärendruck war der Siedepunkt 76.4° C; der Wert von χ ist dabei 20.2 Erg. pro qcm.

 Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen -18° und 0°	2.6
0° „ 25°	1.95
25° „ 55°	1.75

 Äthyljodid: $\text{C}_2\text{H}_5\text{J}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häSION A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-20.5	1.427	1903.1	32.5	2.024	580.7	3.28	1.98	58.3
0	1.337	1782.7	30.4	1.979	551.4	3.13	1.76	60.7
20.4	1.238	1650.9	28.1	1.934	517.6	2.96	1.54	61.0
40.4	1.143	1524.8	25.9	1.895	483.6	2.79	1.36	61.9
64.8	1.023	1364.3	23.1	1.845	439.0	2.55	1.16	61.9

Molekulargewicht: 152.88.

Radius der Kapillare: 0.03489 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die sorgfältig gereinigte Flüssigkeit siedet unter 760 mm Druck bei 72.5° C. Beim Siedepunkt hat χ den Wert 22.3 Erg pro qcm.

Nach TIMMERMANS schmilzt die Verbindung bei -110.9° C.

Der Temperaturkoeffizient von μ nimmt mit steigender Temperatur allmählich zu; zwischen -20° und 0° C ist er 1.43; zwischen 0° und 20° C 1.65; und zwischen 20° C und 65° C 1.84 Erg pro Grad.

Äthylenchlorid: $C_2H_4Cl_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
* -20	1.176	1567.8	37.2	1.311	664.4	5.79	2.26	73.9
* 0	1.080	1439.8	34.1	1.283	617.9	5.42	1.96	73.4
29.9	0.961	1281.2	30.1	1.239	558.2	4.96	1.62	73.7
48	0.880	1173.8	27.5	1.213	517.2	4.62	1.42	70.2
58.9	0.831	1107.7	25.9	1.197	491.5	4.41	1.32	69.7
86	0.733	977.2	22.7	1.158	440.4	4.00	1.10	70.1

Molekulargewicht: 98.95.

Radius der Kapillare: 0.04389 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04867 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Substanz siedet unter 770 mm Druck konstant bei 86° C. In fester Kohlensäure und Alkohol krystallisiert sie und schmilzt dann bei -31° C. Beim Siedepunkt hat χ den Wert 23.6 Erg pro qcm. Die Dichte war bei 15° C 1.2609; bei 25° C 1.2463; bei 50° C 1.2103. Bei t° C: $d_{40} = 1.2826 - 0.001446 t$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist im Mittel 2.16 Erg pro Grad.Äthylidenchlorid: $CH_2=CHCl_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-76	1.144	1525.2	35.9	1.329	635.4	5.51	2.77	63.1
* -21	0.903	1203.9	28.3	1.240	524.5	4.66	1.83	59.5
* 0	0.819	1091.9	25.7	1.207	485.0	4.34	1.57	55.5
30.4	0.722	963.0	22.4	1.159	434.3	3.94	1.28	53.7
47.8	0.663	884.4	20.6	1.130	406.2	3.72	1.15	50.1
60.9	0.626	834.9	19.4	1.109	387.4	3.57	1.06	50.1

Molekulargewicht: 98.95.

Radius der Kapillare: 0.04839 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04867 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet unter 770 mm Druck bei 60.9° C. Bei -80° C wird sie trübe, krystallisiert aber nicht. Nach TIMMERMANS schmilzt die Substanz bei -96.6° C. Beim Siedepunkt hat χ den Wert 19.4 Erg pro qcm.

Die Dichte bei 15° C war 1.1830; bei t° C $d_{40} = 1.2069 - 0.0016 t + 0.00000015 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ fällt graduell mit steigender Temperatur: zwischen -76° und -21° C ist er 2.00; zwischen -21° und 0° C 1.88; zwischen 0° und 30.4° C 1.66; zwischen 30.4 und 47.8° C 1.61; und zwischen 47.8° und 60.9 C 1.48 Erg pro Grad. Die Kurve ist also konkav nach oben hin.

Acetylentetrachlorid: $C_2H_2Cl_4$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
* - 21	1.254	1672.4	39.4	1.657	856.2	4.85	3.23	72.7
* 0	1.171	1561.5	36.7	1.620	809.6	4.62	2.84	72.5
29.9	1.054	1405.2	32.7	1.570	736.6	4.25	2.36	70.9
47.4	0.983	1310.2	30.5	1.544	694.7	4.03	2.11	70.9
58.3	0.936	1284.2	29.0	1.526	665.8	3.88	1.96	70.7
87.1	0.834	1111.8	25.7	1.488	600.0	3.52	1.64	67.1
103.2	0.784	1045.7	24.1	1.468	567.7	3.35	1.49	67.4
117.7	0.725	967.1	22.2	1.452	526.8	3.12	1.34	60.9
127.8	0.094	925.8	21.2	1.440	505.9	3.00	1.26	60.9

Molekulargewicht: 167.86.

Radius der Kapillare: 0.04839 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04867 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet bei 146.3 C und 758 mm. In Kohlensäure und Alkohol erstarrt sie und schmilzt dann bei -44° C. Beim Siedepunkt ist χ ca. 20.5 Erg pro qcm.

Das spezifische Gewicht bei 25° C ist 1.5779; bei 50° C 1.5394; bei 75° C 1.5042; bei t° im allgemeinen $d_{40} = 1.6197 - 0.001738 t + 0.00000264 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant; der Mittelwert ist 2.36 Erg pro Grad.

 Acetylentetrabromid: $C_2H_2Br_4$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
* - 21	1.698	2264.2	53.1	3.039	1246.1	3.56	4.88	84.1
* 0	1.624	2165.6	50.7	2.996	1201.2	3.45	4.37	84.3
30.4	1.510	2012.8	46.7	2.934	1122.0	3.25	3.70	83.7
47.6	1.445	1926.0	44.6	2.897	1080.5	3.14	3.38	83.7
59.6	1.398	1864.0	43.1	2.871	1050.5	3.06	3.18	83.7
87.2	1.296	1727.6	39.8	2.814	983.1	2.88	2.77	83.4
102.1	1.240	1653.2	38.0	2.780	946.3	2.79	2.57	83.4
117.8	1.178	1570.6	36.0	2.747	903.6	2.67	2.36	83.3
127.3	1.144	1525.1	34.9	2.736	878.4	2.60	2.24	82.9
154.1	1.042	1388.7	31.6	2.669	808.6	2.41	1.95	82.9
175.5	0.964	1285.4	29.1	2.620	753.8	2.26	1.74	82.9

Molekulargewicht: 345.46.

Radius der Kapillare: 0.04839 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04867 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Bromid siedet unter 20 mm Druck konstant bei 132° . In Eis und Kochsalz erstarrt es nach Unterkühlung bis ca. -24° C; die Masse schmilzt bei 0° C. Beim Erhitzen über 190° C wird es zersetzt.

Die Dichte bei 50° C war 2.8920; bei 75° C 2.8390; bei 100° C 2.7852. Bei t° C im allgemeinen $d_{40} = 2.9956 - 0.00204 t - 0.00000064 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant und im Mittel 2.51 Erg pro Grad.

Isobutylbromid: $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{Br}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^0	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-75	1.227	1636.5	38.4	1.385	821.6	5.66	3.91	70.1
-19.5	0.949	1265.9	29.5	1.314	653.7	4.58	2.48	60.7
0	0.874	1166.0	27.1	1.291	607.6	4.28	2.15	56.0
25.4	0.790	1053.5	24.4	1.259	556.3	3.95	1.82	55.7
44.4	0.728	970.2	22.4	1.236	517.1	3.70	1.60	54.8
69.9	0.646	861.9	19.8	1.205	464.8	3.35	1.34	53.9
85.3	0.600	799.5	18.3	1.186	434.2	3.15	1.20	52.1

Molekulargewicht: 187.07.

Radius der Kapillare: 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die sorgfältig getrocknete Substanz siedet konstant bei 90.5° C und 762 mm Druck; χ hat bei dieser Temperatur etwa den Wert 17.9 Erg pro qcm.

Temperaturkoeffizient von μ .Temperaturtrajekt: Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:

Zwischen -75° und -19°	3.0
-19° „ +25°	2.15
25° „ 69.9°	2.03
70° „ 90°	1.91

Methylalkohol: CH_3OH .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^0	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-75	1.246	1661.2	29.8	0.878	327.8	6.92	1.12	47.3
-20	1.043	1391.8	24.9	0.828	284.8	6.13	0.78	42.9
0	0.986	1314.6	23.5	0.810	272.8	5.92	0.69	42.9
20.8	0.924	1232.0	22.0	0.792	259.2	5.67	0.62	42.3
35.3	0.882	1177.0	21.0	0.778	250.4	5.50	0.57	42.0
50.1	0.841	1121.2	20.0	0.765	241.2	5.33	0.53	44.2
65	0.794	1058.6	18.8	0.752	229.3	5.10	0.48	46.2

Molekulargewicht: 32.03.

Radius der Kapillare: 0.03636 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Alkohol wurde durch mehrtägiges Erhitzen mit wasserfreiem Kalk entwässert und dann sorgfältig fraktioniert. Unter 752 mm Druck siedete er bei 65.5° bis 65.8° C; der Schmelzpunkt (TIMMERMANS), ist -97° C. Beim Siedepunkt hat χ den Wert 18.7 Erg pro qcm.

Die Dichte wurde bestimmt nach der Formel $d_4^0 = 0.8102 - 0.000905 t - 0.000000085 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist sehr klein: im Mittel ca. 0.67 Erg pro Grad.

Äthylalkohol: $C_2H_5 \cdot OH$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-79	1.066	1421.2	30.6	0.886	426.2	7.04	1.67	47.7
-24	0.881	1174.5	25.2	0.820	369.6	6.27	1.16	47.1
0.1	0.825	1086.5	23.3	0.807	345.4	5.89	0.99	45.1
25	0.740	995.7	21.3	0.786	321.4	5.53	0.85	43.4
35	0.724	965.2	20.6	0.777	313.1	5.41	0.81	43.4
55	0.667	889.2	19.1	0.759	294.9	5.13	0.72	43.4
74.5	0.617	822.6	17.6	0.741	276.1	4.84	0.64	43.3

Molekulargewicht: 46.05.

Radius der Kapillare: 0.04385 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Alkohol war völlig wasserfrei; er wurde in mit Trockeneinrichtung versehenen Gefäßen aufbewahrt. Nach TIMMERMANS schmilzt er bei $-114^\circ C$. Beim Siedepunkt ($78.4^\circ C$) ist der Wert von χ gleich 17.0 Erg pro qcm.

Nur zwischen -79° und $-24^\circ C$ ist der Temperaturkoeffizient etwas größer: 1.03; zwischen -24° und dem Siedepunkt aber ist er ziemlich konstant.

Der mittlere Temperaturkoeffizient von μ ist nur 0.94 Erg pro Grad.

 norm. Propylalkohol: $C_3H_7 \cdot OH$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-76	1.170	1559.8	33.4	0.881	557.4	7.73	2.36	57.8
-21	0.934	1245.4	26.6	0.837	459.3	6.48	1.54	47.0
0	0.875	1167.3	24.9	0.820	435.9	6.19	1.36	46.2
25.5	0.807	1075.4	22.9	0.800	407.5	5.84	1.18	45.9
45	0.755	1006.4	21.4	0.784	386.0	5.57	1.05	45.2
74.5	0.679	905.3	19.2	0.759	353.9	5.16	0.89	45.3
90.6	0.638	850.2	18.0	0.746	335.6	4.92	0.81	45.3

Molekulargewicht: 60.06.

Radius der Kapillare: 0.04352 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Substanz siedet konstant bei $96.7^\circ C$. Beim Abkühlen unterhalb $-100^\circ C$ (TIMMERMANS) wird sie glasig, ohne zu kristallisieren.

Aus diesen Beobachtungen ergeben sich die folgenden Werte für den Temperaturkoeffizienten der freien molekularen Oberflächenenergie:

Temperaturtrajekt	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen -76° und -21°	1.78
„ -21° „ $+25^\circ$	1.11
„ 25° „ 91°	1.10

Isobutylalkohol: $(\text{CH}_3)_2\text{CH} \cdot \text{CH}_2\text{OH}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C.	in Dynen						
-71.5	1.149	1531.8	33.0	0.885	631.5	7.60	2.80	58.4
-12	0.890	1186.5	25.5	0.828	510.1	6.28	1.78	48.7
0.3	0.853	1137.2	24.4	0.817	492.5	6.09	1.65	46.5
10.4	0.825	1099.9	23.6	0.807	483.9	5.96	1.56	46.6
25.1	0.783	1044.5	22.4	0.794	460.8	5.75	1.43	46.2
35.1	0.756	1008.0	21.6	0.785	447.7	5.61	1.35	43.8
49.7	0.723	963.9	20.6	0.771	432.2	5.45	1.25	43.8
69.6	0.670	893.8	19.1	0.753	407.0	5.17	1.12	43.1
101	0.594	791.9	16.9	0.731	367.4	4.72	0.93	43.1

Molekulargewicht: 74.08.

Radius der Kapillare: 0.04385 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet konstant bei 106.0° C; bei dem Siedepunkt ist der Wert von χ ca. 16.5 Erg pro qcm.

Beim Abkühlen wird die Flüssigkeit zähe; nach TIMMERMANS erstarrt sie aber nur glasig, ohne zu kristallisieren.

Temperaturkoeffizient von μ :

Temperaturtrajekt	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$
Zwischen -71° und -12°	2.3
„ -12° „ +101°	1.1

Glycerin: $\text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CH}_2\text{OH}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen					
0	(ca. 3.1)	(ca. 4100)	(ca. 88)	1.272	(ca. 1546)	—	—
13.5	(ca. 2.4)	(ca. 3200)	(ca. 69)	1.264	(ca. 1221)	—	—
26	2.297	3062.4	66.1	1.258	1156.5	10.72	3.30
35	2.182	2909.0	62.7	1.251	1101.0	10.22	3.06
50.2	2.085	2780.1	59.9	1.242	1057.0	9.84	2.80
65	2.023	2697.8	58.1	1.233	1030.2	9.61	2.62
74.5	2.010	2679.5	57.7	1.227	1026.5	9.50	2.54
90.8	1.975	2633.6	56.7	1.218	1013.5	9.50	2.40
104.1	1.941	2588.1	55.7	1.212	999.0	9.37	2.29
121	1.913	2551.4	54.9	1.200	991.2	9.33	2.18
130	1.886	2514.4	54.1	1.194	980.0	9.24	2.11
151	1.783	2378.1	51.1	1.182	931.9	8.82	1.91
171	1.708	2277.0	48.9	1.169	898.4	8.53	1.77
184.5	1.660	2213.0	47.5	1.162	876.2	8.34	1.68
202	1.585	2113.1	45.3	1.152	840.5	8.02	1.56

Molekulargewicht: 92.06.

Radius der Kapillare: 0.04374 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die wasserfreie Substanz siedet bei 290° C, und unter 12 mm Druck bei 180° C. Sie schmilzt bei +19° C, läßt sich aber enorm unterkühlen und wird z. B. bei -180° zu einer glasigen Masse.

Die Dichte bei 20° C ist $d_4^{20} = 1.2604$; bei 50° C 1.2420; bei 100° C 1.1636. Im allgemeinen bei t° C: $d_4^t = 1.2720 - 0.000576 t - 0.00000064 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ schwankt ziemlich unregelmäßig: im Anfang (von 13° bis 50° C) ziemlich groß, 6.1 bis 2.9, sinkt er von 50° bis 200° C auf 1.8 bis 1.5 Erg pro Grad. Die beobachteten Unregelmäßigkeiten hängen unzweifelhaft damit zusammen, daß besonders bei niederen Temperaturen die genaue Messung außerordentlich erschwert wird durch die hohe Viskosität der Flüssigkeit.

Diäthyläther: $(C_2H_5)_2O$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-75	0.990	1319.9	28.5	0.818	574.7	7.10	2.66	54.0
-20.5	0.748	997.2	21.5	0.758	456.2	5.78	1.70	50.8
0.2	0.670	893.8	19.2	0.735	415.8	5.33	1.44	50.9
10.9	0.628	837.2	17.9	0.723	392.0	5.05	1.32	41.5
25.3	0.584	778.6	16.7	0.707	371.2	4.82	1.20	37.9
29.5	0.574	766.2	16.4	0.703	365.9	4.76	1.16	37.9

Molekulargewicht: 74.06.

Radius der Kapillare: 0.04385 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet konstant bei 34.8° C; bei dem Siedepunkt ist der Wert von χ 15.9 Erg pro qcm.

Nach TIMMERMANS erstarrt er (in der α -Form) bei -116.2° C; die β -Form aber schmilzt bei -123.3° C.

 Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$
Zwischen -75° und -20°	2.16
„ -20° „ 0°	1.94
„ 0° „ 29°	1.70

Ameisensäure: HCOOH.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
9.2	1.596	2128.6	38.1	1.233	425.5	6.30	1.03	59.3
21.2	1.555	2073.7	37.2	1.218	418.8	6.23	0.97	60.1
35.3	1.510	2013.2	36.1	1.200	410.5	6.14	0.92	67.2
50.4	1.444	1925.1	34.5	1.181	396.5	5.96	0.85	67.2
64.8	1.386	1874.6	33.1	1.162	384.6	5.81	0.79	68.6
75.3	1.354	1787.6	32.0	1.149	374.6	5.68	0.75	73.8
90	1.263	1684.9	30.1	1.130	356.3	5.43	0.69	73.7
99.8	1.217	1622.5	29.0	1.117	346.0	5.30	0.65	73.7

Molekulargewicht: 46.02.

Radius der Kapillare: 0.03636 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Säure erstarrt unterhalb 0° C und schmilzt nachher bei +6° C. Sie siedet unter 762 mm Druck bei 101° C; bei dieser Temperatur ist χ gleich 28.8 Erg pro qcm.

Die Dichte wurde berechnet nach der Gleichung:

$$d_4^{20} = 1.2441 - 0.001249 t - 0.00000181 t^2.$$

Der Temperaturkoeffizient von μ ist zwischen 9° und 35° C 0.57; zwischen 35° und 75° C 0.90; zwischen 75° und 100° C 1.15 Erg pro Grad.

Essigsäure: $\text{CH}_3 \cdot \text{COOH}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
26	0.943	1257.2	27.0	1.046	401.7	5.26	1.06	58.4
34.6	0.914	1218.5	26.1	1.039	390.1	5.12	1.00	58.4
55	0.842	1122.3	24.0	1.022	362.7	4.79	0.88	58.4
70	0.787	1049.2	22.4	1.010	341.2	4.52	0.79	55.0
98.5	0.691	921.3	19.7	0.987	304.7	4.07	0.66	55.0

Molekulargewicht: 60.03.

Radius der Kapillare: 0.04385 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Säure war durch abwechselndes Ausfrieren und durch Destillation gereinigt worden; sie war völlig wasserfrei und siedete bei 118.1° C. Beim Siedepunkt sit χ 17.7 Erg pro qcm.

Der Temperaturkoeffizient ist zwischen 26° und 55° C 1.3 Erg pro Grad und behält diesen Wert bis zum Siedepunkt; er ändert sich daher zwischen 26° und 98.5° C nicht merklich. Die $\mu - t$ -Kurve kann als eine Gerade betrachtet werden.

Monochloressigsäure: $\text{CH}_2\text{Cl} \cdot \text{COOH}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
80.2	1.072	1429.2	33.3	1.352	565.0	5.02	1.34	60.1
92	1.042	1389.8	32.4	1.339	553.3	4.94	1.28	64.2
118.5	0.970	1293.8	30.1	1.305	522.9	4.70	1.14	74.3
*136.2	0.932	1242.0	28.1	1.285	493.2	4.46	1.03	74.7
*149.4	0.883	1175.3	26.6	1.260	473.0	4.30	0.96	75.2
*176.3	0.784	1045.0	23.5	1.235	423.5	3.88	0.82	75.2

Molekulargewicht: 94.49.

Radius der Kapillare: 0.04792 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04670 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 20 mm Druck siedete die Säure konstant bei 101° C. Sie schmilzt bei 62.5° C.

Die Dichte bei 75° C war 1.3576; bei 100° C 1.3261; bei 125° C 1.2933. Im allgemeinen bei $t^\circ \text{C}$ $d_{40} = 1.3878 - 0.001182(t - 50) - 0.0000104(t - 50)^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ steigt mit wachsender Temperatur allmählich an: zwischen 80° und 92° C ist er 0.96; zwischen 92° und 118° C 1.14; zwischen 118° und 149° C 1.61; zwischen 149° und 176° C 1.84 Erg pro Grad.

Dichloressigsäure: CHCl_2COOH .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
0	1.228	1637.2	38.1	1.592	796.5	4.88	2.30	65.7
25.7	1.143	1523.4	35.4	1.557	726.5	4.65	2.01	64.8
41	1.096	1460.6	34.0	1.535	691.8	4.52	1.86	63.5
55.9	1.052	1402.3	32.6	1.515	655.3	4.39	1.72	63.5
80.2	0.980	1306.4	30.3	1.488	605.3	4.15	1.52	63.5
92	0.945	1260.5	29.2	1.444	571.8	4.12	1.46	63.5
117	0.905	1206.2	27.9	1.431	539.8	3.98	1.32	64.6
*136.6	0.842	1122.1	25.1	1.405	481.4	3.64	1.15	63.6
*149.3	0.803	1070.7	24.0	1.387	456.0	3.53	1.08	65.0
*176.2	0.719	959.3	21.4	1.349	400.6	3.24	0.93	65.0

 Molekulargewicht: **128.95**.

Radius der Kapillare: 0.04792 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04670 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Säure siedet unter 763 mm Druck bei 192.5° C; bei der Abkühlung wird sie fest und schmilzt dann wieder bei +10° C.

Die Dichte bei 12° C ist 1.5759; bei 75° C 1.4891; bei 100° C 1.4547. Bei t° im allgemeinen: $d_{40} = 1.5924 - 0.001378 t$.

Der Temperaturkoeffizient von μ schwankt um einen Mittelwert von ca. **2.30** Erg pro Grad.

 Trichloressigsäure: $\text{CCl}_3 \cdot \text{COOH}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
80.2	0.902	1202.0	27.8	1.575	613.8	3.60	1.66	51.8
92	0.876	1168.6	27.0	1.556	601.0	3.54	1.58	54.4
117.5	0.814	1085.2	25.1	1.515	568.7	3.38	1.41	59.9
*136.5	0.784	1045.0	23.4	1.484	537.6	3.22	1.28	61.9
*149.2	0.746	994.6	22.2	1.465	514.4	3.09	1.20	61.9
*176.1	0.665	886.5	19.7	1.415	467.1	2.84	1.03	61.9
*196	0.607	809.2	17.8	1.378	429.6	2.64	0.92	61.9

 Molekulargewicht: **168.40**.

Radius der Kapillare: 0.04792 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04670 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 765 mm Druck siedet die Säure bei 195.5° C; unter 21 mm Druck, bei 107° C. Der Schmelzpunkt ist 57.5° C.

Die Dichte bei 75° C war 1.5829; bei 100° C 1.5451; bei 125° C 1.5082. Bei t° C: $d_{40} = 1.6216 - 0.001566(t - 50) - 0.00000072(t - 50)^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ steigt erst mit der Temperatur: zwischen 80° und 90° C **1.09**; zwischen 92° und 117° C **1.27**; zwischen 117° und 136° C **1.63**, um dann auf ca. **1.82** Erg pro Grad konstant zu bleiben.

Lävulinsäure: $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
25.5	1.304	1738.2	39.7	1.135	868.1	7.13	2.77	60.9
41.1	1.268	1691.0	38.6	1.123	850.1	7.01	2.59	62.8
60.1	1.220	1626.6	37.1	1.109	823.9	6.82	2.38	62.7
81.5	1.166	1554.5	35.5	1.093	796.0	6.62	2.17	63.2
95.1	1.130	1506.4	34.4	1.083	776.1	6.48	2.04	63.1
115	1.082	1442.1	32.9	1.068	749.2	6.28	1.88	63.2

Molekulargewicht: 116.06.

Radius der Kapillare: 0.04660 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Säure siedet unter Atmosphärendruck bei 153.5° C. Über 100° C wird sie bald gelblich und nimmt einen eigentümlichen Geruch an. Wegen der eintretenden Zersetzung wurden die Messungen nicht weiter fortgesetzt. Der Schmelzpunkt liegt bei 33° C.

Bei 25° C ist die Dichte 1.1351; bei 50° C 1.1140; bei 75° C 1.0924. Bei t° C im allgemeinen:

$$d_{40} = 1.1557 - 0.000814 t - 0.0000004 t^2.$$

Der Temperaturkoeffizient von μ ist sehr klein; im Mittel ca. 1.33, jedoch ziemlich konstant.

Äthylformiat: $\text{HCO} \cdot \text{O}(\text{C}_2\text{H}_5)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
* - 76.5	1.239	1661.2	37.8	1.032	502.7	7.47	1.90	68.1
* - 16.2	0.945	1259.9	28.5	0.958	398.3	6.07	1.18	63.4
*22.2	0.864	1151.9	26.0	0.938	368.5	5.65	1.03	58.2
24.9	0.802	1069.2	22.9	0.910	331.2	5.13	0.86	57.8
35.2	0.757	1009.6	21.9	0.899	319.3	4.97	0.81	52.7
49.2	0.718	9557.2	20.5	0.879	303.4	4.76	0.74	52.7

Molekulargewicht: 50.05.

Radius der Kapillare: 0.04408 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04638 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Nach sorgfältigem Trocknen und Reinigen der Flüssigkeit siedet dieser Ester bei 54.3° C konstant; er bleibt dünnflüssig bis - 79° C. Bei dem Siedepunkt ist χ gleich 19.5 Erg pro qcm.

Nach TIMMERMANS erstarrt die Flüssigkeit bei tieferer Temperatur und schmilzt dann wieder bei - 80.5° C.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen - 76.5° und - 16°	1.72
„ - 16° „ + 25°	1.62
„ 25° „ 35°	1.29
„ 35° „ 54°	1.12

Chlorkohlensaurer Äthylester: $\text{Cl} \cdot \text{CO} \cdot \text{O}(\text{C}_2\text{H}_5)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häSION A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-75.5	1.353	1803.8	42.4	1.278	819.0	6.77	3.72	78.0
-21	1.046	1295.0	32.6	1.186	661.9	5.80	2.41	68.6
0	0.951	1269.2	29.6	1.160	609.8	5.20	2.07	66.7
25	0.847	1129.2	26.2	1.127	550.3	4.74	1.73	59.9
45.3	0.774	1031.8	23.9	1.095	511.7	4.45	1.52	58.3
70.2	0.692	922.6	21.2	1.050	466.8	4.12	1.30	54.1
84.8	0.643	857.8	19.8	1.022	443.9	3.95	1.20	54.1

Molekulargewicht: 108.49.

Radius der Kapillare: 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet konstant bei 91.5° C; bei dieser Temperatur ist χ 19.3 Erg pro qcm.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen -75° und -21°	2.86
„ -21° „ +25°	2.41
„ 25° „ 70°	1.82
„ 70° „ 91°	1.70

Äthylacetat: $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{O}(\text{C}_2\text{H}_5)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häSION A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-74	1.274	1698.5	36.6	1.016	716.8	7.35	3.25	66.8
-20	0.994	1325.2	28.4	0.949	582.1	6.10	2.12	65.1
0	0.892	1189.2	25.5	0.924	532.1	5.63	1.82	60.7
25.1	0.780	1039.9	22.2	0.893	473.8	5.07	1.50	54.7
34.7	0.744	992.5	21.2	0.881	456.6	4.91	1.40	52.9
55	0.679	897.2	19.1	0.856	419.3	4.55	1.22	47.6
70	0.623	838.5	17.8	0.829	399.2	4.38	1.12	47.6

Molekulargewicht: 88.06.

Radius der Kapillare: 0.04385 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Nach sorgfältigem Trocknen und Reinigen der Flüssigkeit siedet der Ester bei 77.1° C konstant. Er bleibt dünnflüssig bis -80° C. Bei dem Siedepunkt ist der Wert von χ gleich 17.2 Erg pro qcm.

Nach TIMMERMANS liegt der Schmelzpunkt der Substanz bei -83.4° C.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
* Zwischen -74° und 0°	2.50
„ 0° „ 25°	2.37
„ 25° „ 35°	1.86
„ 35° „ 55°	1.78
„ 55° „ 77°	1.30

Essigsaurer Amylester: $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{O} (\text{C}_5\text{H}_{11})$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4°	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häSION A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dyner						
-70	1.099	1465.8	34.6	0.968	907.8	7.29	4.67	59.0
-21	0.915	1220.1	28.7	0.918	780.0	6.38	3.29	53.9
0	0.850	1132.6	26.6	0.896	734.9	6.06	2.88	53.1
25.8	0.771	1028.6	24.1	0.869	679.5	5.66	2.46	52.2
46	0.712	949.4	22.2	0.847	636.8	5.35	2.18	51.9
60.5	0.653	870.3	20.3	0.827	591.6	5.01	1.92	49.2
86.5	0.600	799.5	18.6	0.808	550.5	4.70	1.70	48.1
106	0.549	732.9	17.0	0.790	510.8	4.39	1.51	45.0
125	0.506	674.6	15.6	0.774	475.1	4.11	1.34	42.3
146	0.461	614.6	14.2	0.752	440.9	3.85	1.20	42.4

Molekulargewicht: **130.11.**

Radius der Kapillare: 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Siedepunkt der sorgfältig getrockneten Verbindung liegt bei 148.4° C;
bei dieser Temperatur ist $\chi = 14.6$ Erg pro qcm.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:

Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:

Zwischen -70° und -21°	2.59
„ -21° „ +66°	2.14
„ 66° „ 106°	2.03
„ 106° „ 148°	1.73

Isobuttersaurer Methylester: $(\text{CH}_3)_2\text{CH} \cdot \text{CO} \cdot \text{O}(\text{CH}_3)$.

Temp. in C °	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4°	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häSION A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dyner						
-73	1.296	1728.0	37.1	0.995	813.1	7.60	3.88	69.7
-21.5	1.006	1341.9	28.7	0.936	655.1	6.25	2.54	62.9
0.5	0.903	1204.0	25.7	0.911	597.3	5.75	2.15	57.7
25.3	0.805	1073.2	22.8	0.882	541.5	5.27	1.80	56.2
45	0.727	969.7	20.6	0.859	497.9	4.89	1.57	50.5
74.7	0.631	840.9	17.8	0.825	442.0	4.40	1.29	42.8
91.3	0.589	785.8	16.6	0.806	418.6	4.20	1.18	42.8

Molekulargewicht: **102.08.**

Radius der Kapillare: 0.04352 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet konstant bei 91.8° C.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:

Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:

Zwischen -73° und -21.5°	3.0
„ -21° „ +25°	2.4
„ 25° „ 45°	2.1
„ 45° „ 91°	1.7

Isobuttersaurer Äthylester: $(\text{CH}_3)_2\text{CH} \cdot \text{CO} \cdot \text{O}(\text{C}_2\text{H}_5)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-78.1	1.165	1553.2	33.3	0.976	805.4	6.96	4.14	55.55
-21	0.940	1253.2	26.8	0.913	677.7	5.99	2.76	53.3
0	0.867	1155.9	24.6	0.891	632.3	5.63	2.39	51.6
25.2	0.779	1038.6	22.1	0.859	582.0	5.25	2.04	49.2
45	0.717	955.9	20.3	0.837	544.0	4.95	1.81	49.2
74.3	0.624	831.8	17.6	0.809	482.4	4.44	1.48	49.2
90.8	0.572	762.9	16.1	0.791	448.0	4.15	1.32	53.2
109.5	0.507	675.5	14.2	0.769	412.6	3.77	1.14	53.2

Molekulargewicht: 116.1.

Radius der Kapillare: 0.04352 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet konstant bei 110.2° C. Bei -76° C ist sie noch dünnflüssig, dabei aber ein wenig trübe, wahrscheinlich durch die Ausscheidung sehr kleiner Kriställchen.

Zwischen -78° und +109° ist der Wert von $\frac{d\mu}{dt}$: 2.15

 Isobuttersaurer Isobutylester: $(\text{CH}_3)_2\text{CH} \cdot \text{CO} \cdot \text{O}(\text{CH}_2 \cdot \text{CH}(\text{CH}_3)_2)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-76.5	1.182	1576.3	33.8	0.951	960.6	7.25	5.32	60.1
-21.3	0.927	1236.2	26.4	0.896	780.8	6.01	3.44	48.5
0	0.865	1153.5	24.6	0.875	739.2	5.73	3.03	48.6
25.4	0.785	1047.8	22.3	0.850	683.1	5.35	2.58	48.0
45	0.731	974.3	20.7	0.830	644.2	5.09	2.30	48.0
74.7	0.638	850.2	18.0	0.801	573.6	4.58	1.90	43.4
91.1	0.596	795.0	16.8	0.784	543.1	4.37	1.73	47.0
109.2	0.545	726.1	15.3	0.766	502.3	4.07	1.54	48.6
134.5	0.469	625.0	13.1	0.740	440.1	3.61	1.28	48.6

Molekulargewicht: 144.11.

Radius der Kapillare: 0.04352 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet konstant bei 147.2° C.

 Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen -76° und -21°	3.2
„ -21° „ +135°	2.2

Triformin: $C_3H_5(O.CO.H)_3$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
* -20	(1.972)	(2629.1)	(56.0)	1.352	(1438.7)	8.45	5.88	137.0
* 0	1.752	2335.8	49.6	1.332	1287.0	7.60	4.90	80.2
* 13.5	1.705	2273.1	48.3	1.318	1262.1	7.48	4.59	80.4
26	1.629	2171.9	46.7	1.305	1228.4	7.30	4.30	79.3
35	1.598	2130.7	45.8	1.296	1210.3	7.21	4.12	79.4
50.3	1.536	2048.4	44.0	1.281	1171.8	7.00	3.81	76.7
64.7	1.488	1983.6	42.6	1.266	1143.5	6.86	3.58	76.7
75.2	1.452	1934.1	41.5	1.256	1119.8	6.74	3.41	76.3
91.2	1.385	1847.2	39.6	1.240	1077.8	6.51	3.15	76.0
105	1.347	1797.0	38.5	1.225	1056.4	6.41	2.99	76.3
121	1.279	1705.5	36.5	1.210	1009.7	6.15	2.75	75.9
130.4	1.257	1671.8	35.8	1.200	995.9	6.08	2.66	76.9
151	1.182	1575.8	33.7	1.179	948.5	5.83	2.42	91.8
170	1.096	1461.2	31.1	1.159	885.4	5.47	2.18	99.8
184.8	1.015	1353.2	28.8	1.144	827.1	5.14	1.98	99.8

Molekulargewicht: 176.06.

Radius der Kapillare: 0.04374 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04320 cm. Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Ester wurde mir von Prof. VAN ROMBURGH in Utrecht geschenkt, welcher ihn zum ersten Male durch Synthese gewann (*Proc. Kon. Akad. v. Wet. Amsterdam* 9 [1907] 109). Bei 14 mm Druck siedet er bei 147° C konstant; in fester Kohlensäure und Alkohol in flüssigem Ammoniak kristallisiert er langsam und schmilzt dann bei 18° C. Bei -20° war der Ester zu viskös, um vertrauenswürdige Messungen zugestatten. Über 140° fängt eine langsame Zersetzung an, wobei saure Dämpfe ausgestoßen werden; die $\chi - t$ -Kurve krümmt sich daher nach der t -Achse hin. Beim Siedepunkt (266° C) hat χ den Wert von ca. 16.5 Erg pro Grad.

Das spezifische Gewicht war bei 50° C 1.2812; bei 75° C 1.2560; bei 100° C 1.2305; bei t ° C $d_{40} = 1.3319 - 0.001014 t$. — Der Temperaturkoeffizient von μ ist bis 150° C ziemlich konstant und im Mittel 2.20 Erg pro Grad; später steigt er aus oben angegebenen Gründen schnell an auf ca. 3.6 Erg pro Grad.

Triacetin: $C_3H_5(O.CO.CH_3)_3$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
-19	1.580	2106.7	37.8	1.212	1204.9	6.36	5.46	49.7
0	1.543	2057.2	36.9	1.187	1192.6	6.34	5.06	53.0
21	1.488	1983.8	35.6	1.161	1167.8	6.25	4.64	52.9
35.2	1.456	1941.7	34.8	1.144	1152.8	6.20	4.39	53.3
50.2	1.419	1892.1	33.9	1.127	1134.2	6.14	4.14	53.6
65	1.382	1842.7	33.0	1.110	1115.3	6.06	3.91	59.4
75.2	1.349	1798.7	32.2	1.100	1092.4	5.97	3.74	60.1
90.2	1.300	1732.6	31.0	1.085	1063.8	5.83	3.50	65.1
99.8	1.262	1683.1	30.1	1.075	1039.3	5.71	3.34	67.0
115	1.200	1600.7	28.6	1.060	996.8	5.50	3.09	67.4
125	1.160	1546.5	27.6	1.051	967.4	5.36	2.94	73.4
139.8	1.089	1452.1	25.9	1.040	914.2	5.08	2.68	66.8
155	1.027	1369.6	24.4	1.028	868.0	4.73	2.41	62.9
169.2	0.977	1303.6	23.2	1.016	831.8	4.66	2.30	63.0
185.2	0.916	1149.6	21.7	1.007	782.6	4.40	2.09	61.1
200.3	0.862	1221.1	20.4	0.997	740.6	4.17	1.92	61.1

Molekulargewicht: 218.1. Radius der Kapillare: 0.03636 cm. Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Bei -78°C ist die Flüssigkeit glasig und bei -20° noch sehr viskös. Unter 40 mm Druck siedet sie bei 172.5°C ; unter Atmosphärendruck bei 260°C .

Die Dichte bei 25°C ist 1.1562; bei 50°C 1.1271; bei 75°C 1.1001; bei 100°C 1.0752. Bei $t^{\circ}\text{C}$: $d_{40} = 1.1874 - 0.00129 t + 0.0000017 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ wächst allmählich mit steigender Temperatur: von 0.64 Erg zwischen -19°C und 0°C wird er 0.92 Erg zwischen 0°C und 21°C ; 1.05 Erg zwischen 21°C und 35°C ; 1.26 Erg zwischen 35°C und 65°C ; 2.20 Erg zwischen 65°C und 100°C ; 2.89 Erg zwischen 100°C und 170°C ; und fast 3.0 Erg von 170°C bis 200°C .

Tributyrin: $\text{C}_3\text{H}_5(\text{O} \cdot \text{CO} \cdot \text{C}_3\text{H}_7)_3$.

Temp. in $^{\circ}\text{C}$	Maximaldruck H in mm Quecksilber von 0°C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
-20.5	1.381	1841.1	33.0	1.080	1411.8	6.23	7.46	47.9
0	1.333	1776.7	31.8	1.060	1377.5	6.12	6.77	48.2
20.9	1.283	1710.7	30.6	1.040	1342.4	6.00	6.17	48.2
35.1	1.246	1661.2	29.7	1.024	1316.5	5.92	5.80	48.5
50.3	1.213	1617.2	28.9	1.011	1292.0	5.83	5.45	48.6
64.8	1.173	1561.7	27.9	1.005	1252.2	5.66	5.06	50.5
75.3	1.142	1523.7	27.2	0.998	1226.5	5.56	4.82	50.5
90.2	1.101	1467.8	26.2	0.979	1196.6	5.46	4.54	51.3
99.8	1.074	1431.8	25.5	0.966	1177.3	5.38	4.36	51.2
115.2	1.031	1375.2	24.5	0.954	1138.5	5.24	4.08	55.2
125.3	1.001	1333.3	23.7	0.948	1106.0	5.10	3.87	54.8
140	0.943	1259.1	22.4	0.939	1052.0	4.86	3.56	54.6
156	0.899	1199.2	21.3	0.924	1011.1	4.70	3.31	53.0
170.8	0.854	1138.5	20.2	0.911	968.0	4.52	3.08	47.7
184.5	0.817	1089.1	19.4	0.900	937.2	4.40	2.90	47.8
200.8	0.776	1034.0	18.3	0.890	890.7	4.19	2.67	47.7

Molekulargewicht: 302.2.

Radius der Kapillare: 0.03636 cm,

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet unter Atmosphärendruck bei 286°C .

Die Dichte bei 50°C ist 1.0110; bei 75°C 0.9982; bei 100°C 0.9664.

Bei $t^{\circ}\text{C}$: $d_{40} = 1.0596 - 0.00101 t + 0.0000008 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ steigt erst allmählich an, von 1.70 Erg zwischen -20°C und 50°C und 2.42 Erg zwischen 50°C und 115°C bis 3.44 Erg zwischen 115°C und 140°C ; dann fällt er wieder etwas, bis 2.63 Erg zwischen 140°C und 201°C .

Tricaproin: $C_3H_5(O.CO.C_6H_{11})_3$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-20'	1.395	1859.2	33.4	1.028	1739.3	6.63	10.01	57.4
0	1.316	1754.8	31.5	1.011	1658.4	6.35	8.99	52.2
21	1.250	1666.6	29.9	0.993	1593.4	6.14	8.07	48.4
35.3	1.213	1617.2	29.0	0.982	1557.0	6.02	7.55	45.6
50.1	1.180	1573.2	28.2	0.970	1526.4	5.93	7.09	45.6
64.8	1.147	1529.2	27.4	0.958	1495.5	5.83	6.67	46.0
75.7	1.123	1496.3	26.8	0.949	1472.0	5.76	6.38	46.3
90	1.085	1446.7	25.9	0.938	1433.7	5.63	5.99	46.2
99.8	1.061	1414.5	25.3	0.931	1407.4	5.54	5.74	46.2
115.3	1.034	1376.5	24.6	0.919	1380.1	5.46	5.43	48.3
125	1.004	1338.5	23.9	0.905	1354.9	5.39	5.23	48.2
141	0.972	1295.9	23.0	0.900	1308.7	5.21	4.86	48.3
155.8	0.932	1243.1	22.2	0.890	1272.6	5.09	4.58	47.5
169.5	0.897	1190.6	21.3	0.880	1230.3	4.94	4.31	47.4
185	0.862	1149.7	20.5	0.871	1192.2	4.80	4.05	47.5
200	0.825	1100.1	19.6	0.860	1149.6	4.65	3.80	47.5

Molekulargewicht: 386.3.

Radius der Kapillare: 0.03636 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit wird in einem Kältebad sehr viskos und erstarrt dann sehr langsam bei $-60^\circ C$. Bei $50^\circ C$ war die Dichte 0.9699; bei $75^\circ C$ 0.9501; bei $100^\circ C$ 0.9309. Bei $t^\circ C$: $d_{40} = 1.0113 - 0.000852 t + 0.00000048 t^2$.

Der Wert von dy/dt nimmt von $-20^\circ C$ mit steigender Temperatur erst allmählich ab, von 4.04 Erg pro Grad bei $-20^\circ C$ auf 2.54 Erg bei $35^\circ C$, und bleibt dann ziemlich konstant, schwankend um einen Mittelwert von 2.49 Erg pro Grad.

Tricaprylin: $C_3H_5(O.CO.C_7H_{15})_3$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
0	1.258	1677.7	30.1	0.967	1861.8	6.35	10.94	43.2
21	1.218	1623.8	29.1	0.950	1821.3	6.25	10.00	43.8
35.1	1.194	1588.2	28.4	0.939	1791.4	6.17	9.42	43.8
50.3	1.156	1541.2	27.6	0.927	1756.0	6.07	8.84	43.8
65.3	1.126	1501.6	26.9	0.915	1726.3	6.00	8.34	44.2
75.7	1.106	1474.2	26.4	0.908	1702.9	5.93	8.00	44.2
90.3	1.073	1430.1	25.6	0.897	1664.8	5.82	7.54	44.9
99.8	1.052	1402.7	25.1	0.890	1640.8	5.75	7.26	45.2
115.5	1.015	1353.2	24.2	0.879	1595.2	5.61	6.80	45.2
125.2	0.994	1325.7	23.7	0.871	1571.7	5.55	6.56	45.2
140.2	0.961	1281.6	22.9	0.861	1530.5	5.42	6.17	45.2
154.8	0.924	1231.9	22.0	0.852	1480.6	5.27	5.79	45.1
170.5	0.902	1202.5	21.5	0.842	1458.4	5.21	5.52	45.4
185.8	0.863	1151.8	20.5	0.831	1402.8	5.03	5.16	45.3
200.2	0.826	1103.8	19.7	0.822	1357.9	4.89	4.86	45.3

Molekulargewicht: 470.4.

Radius der Kapillare: 0.03636 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Substanz erstarrt bei -22°C langsam zu einem farblosen Kristallaggregat, welches nachher wieder bei $+9^{\circ}\text{C}$ schmilzt.

Die Dichte bei 50°C ist 0.9273; bei 75°C 0.9082; bei 100°C 0.8897. Bei $t^{\circ}\text{C}$: $d_4^t = 0.9673 - 0.000824 t + 0.00000048 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist zwischen 0°C und 76°C im Mittel 2.12 Erg; zwischen 76°C und 155°C ca. 2.65 Erg; und zwischen 155°C und 200°C ca. 2.9 Erg pro Grad.

Tricaprin: $\text{C}_3\text{H}_5(\text{O} \cdot \text{CO} \cdot \text{C}_8\text{H}_{17})_3$.

Temp. in $^{\circ}\text{C}$	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^t	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0°C	in Dynen						
35.4	0.956	1275.7	27.6	0.923	1965.0	6.10	10.97	38.1
50.2	0.940	1253.2	27.1	0.912	1944.9	6.06	10.40	42.0
65.3	0.915	1220.9	26.4	0.902	1908.6	5.97	9.78	44.3
74.6	0.902	1202.5	26.0	0.895	1889.5	5.92	9.45	44.4
90.5	0.867	1156.8	25.0	0.884	1831.9	5.77	8.80	49.0
104.1	0.834	1113.9	24.1	0.875	1778.0	5.62	8.26	48.6
121	0.803	1068.1	23.0	0.863	1712.6	5.44	7.65	48.6
130.3	0.779	1037.8	22.4	0.856	1677.0	5.34	7.34	43.8
151	0.740	985.1	21.3	0.842	1612.1	5.16	6.75	43.8
172	0.708	950.1	20.2	0.827	1547.4	4.98	6.21	43.8
184.9	0.681	913.8	19.5	0.818	1504.7	4.86	5.89	39.2
201.2	0.655	873.2	18.8	0.807	1463.9	4.75	5.56	39.2

Molekulargewicht: 554.49.

Radius der Kapillare: 0.04374 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Substanz schmilzt bei 31.1°C .

Die Dichte bei 50°C ist 0.9126; bei 75°C 0.8950; bei 100°C 0.8777.

Bei $t^{\circ}\text{C}$: $d_4^t = 0.9475 - 0.000698 t$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist im Mittel 3.09 Erg pro Grad.

Trilaurin: $\text{C}_3\text{H}_5(\text{O} \cdot \text{CO} \cdot \text{C}_{11}\text{H}_{23})_3$.

Temp. in $^{\circ}\text{C}$	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^t	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0°C	in Dynen						
64.7	1.209	1611.7	29.2	0.891	2338.5	6.68	12.64	51.8
75.1	1.180	1573.2	28.5	0.885	2293.1	6.57	12.05	48.7
90	1.147	1529.1	27.7	0.876	2243.7	6.45	11.34	48.8
99.8	1.122	1496.2	27.1	0.870	2205.1	6.35	10.88	47.2
114.8	1.093	1456.1	26.4	0.861	2161.5	6.25	10.30	47.3
126	1.064	1419.2	25.7	0.853	2118.9	6.14	9.83	46.4
139	1.040	1386.2	25.1	0.846	2080.9	6.05	9.38	46.5
156	0.997	1331.4	24.1	0.828	2026.8	5.94	8.84	43.4
170	0.978	1303.9	23.6	0.824	1991.1	5.84	8.42	43.5
185	0.949	1261.8	22.8	0.815	1937.8	5.70	7.95	43.4
200	0.916	1221.1	22.1	0.804	1895.4	5.60	7.57	43.4

Molekulargewicht: 638.59.

Radius der Kapillare: 0.03636 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung schmilzt bei 46.5°C .

Die Dichte war bei 75°C 0.8842; bei 100°C 0.8676; bei 125°C 0.8507.

Im allgemeinen bei $t^{\circ}\text{C}$: $d_4^t = 0.9005 - 0.000606 (t - 50) - 0.00000024 (t - 50)^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ schwankt um einen Mittelwert von 3.33 Erg pro Grad.

Tripalmitin: $C_3H_5(O.CO.C_{15}H_{31})_3$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
64.3	1.287	1715.7	30.4	0.877	2863.4	7.07	16.80	55.0
75.3	1.257	1675.8	29.7	0.870	2812.5	6.89	15.86	54.8
90	1.206	1610.4	28.5	0.862	2715.5	6.74	14.89	54.3
99.8	1.182	1575.8	27.8	0.854	2665.3	6.64	14.27	52.4
115	1.139	1518.2	26.8	0.845	2587.7	6.47	13.36	44.6
125.5	1.124	1496.2	26.4	0.834	2571.4	6.46	12.99	44.7
140.2	1.077	1435.6	25.6	0.828	2505.6	6.30	12.23	45.0
154.8	1.060	1413.7	24.9	0.816	2460.9	6.22	11.66	45.0
170	1.031	1375.2	24.2	0.805	2413.4	6.13	11.09	47.7
184.8	1.000	1333.2	23.4	0.794	2355.2	6.01	10.52	47.7
200	0.963	1288.1	22.6	0.781	2299.8	5.90	10.00	47.7

Molekulargewicht: 801.74.

Radius der Kapillare: 0.03636 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung schmilzt bei 65.1° C; die metastabile Form bei 46° C.

Die Dichte war bei 75° C 0.8702; bei 100° C 0.8544; bei 125° C 0.8377.
Im allgemeinen bei $t^\circ C$: $d_{40} = 0,8851 - 0,000578 (t - 50) - 0,00000079 (t - 50)^2$.Der Temperaturkoeffizient von μ ist bis 90° ca. 5.55 Erg; dann fällt er allmählich ab von 5.1 auf 3.41 Erg pro Grad.Tristearin: $C_3H_5(O.CO.C_{17}H_{35})_3$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
121	0.908	1210.5	26.0	0.840	2704.0	6.31	14.27	56.7
130	0.886	1181.2	25.3	0.834	2642.8	6.18	13.66	55.9
151	0.822	1095.9	23.5	0.820	2483.6	5.84	12.28	55.7
169	0.784	1045.2	22.3	0.807	2382.0	5.64	11.36	56.8
185	0.741	987.9	21.1	0.794	2278.2	5.42	10.54	56.8
201.3	0.725	966.6	19.8	0.782	2159.8	5.16	9.70	56.8

Molekulargewicht: 890.88.

Radius der Kapillare: 0.04374 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Ester schmilzt bei 71.6° C; seine metastabile Form bei 55° C. Bei 80° C ist die Dichte 0.8621. Von 75° bis 120° war χ nur sehr wenig veränderlich mit der Temperatur: von 26.9 bei 74.6° C bis 26.5 bei 121° C. Dann aber fällt die Kurve ganz regelmäßig ab; in der Figur ist sie deshalb von 121° ab gezeichnet.Die Dichte war bei 75° C 0.8704; bei 100° C 0.8542; bei 125° C 0.8373; bei $t^\circ C$: $d_{40} = 0,8859 - 0,000606 (t - 50) - 0,00000056 (t - 50)^2$.Der Temperaturkoeffizient von μ schwankt um einen Mittelwert von 6.75 Erg pro Grad.

Triolein: $C_3H_5(O \cdot CO \cdot C_{17}H_{33})_3$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häSION A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
17	1.656	2207.8	40.1	0.951	3822	8.60	29.72	83.9
0	1.535	2046.2	37.2	0.937	3580	8.10	26.24	68.3
21	1.436	1914.2	34.8	0.920	3391	7.71	23.22	65.7
35.3	1.375	1833.1	33.3	0.909	3271	7.47	21.44	52.7
50.1	1.335	1780.9	32.4	0.899	3206	7.35	20.13	52.8
65	1.304	1738.2	31.6	0.888	3153	7.26	19.00	52.9
75.8	1.273	1696.0	30.8	0.881	3089	7.13	18.09	52.8
90	1.233	1643.6	29.9	0.872	3019	6.99	17.05	52.0
99.8	1.209	1611.8	29.3	0.866	2972	6.90	16.38	47.8
114.8	1.180	1573.2	28.6	0.857	2922	6.81	15.53	46.4
125.2	1.159	1545.7	28.1	0.850	2886	6.74	14.98	46.4
141	1.131	1507.1	27.4	0.842	2832	6.64	14.19	45.2
154.8	1.106	1474.2	26.8	0.834	2788	6.55	13.55	43.5
170	1.081	1441.2	26.2	0.829	2736	6.44	12.87	43.5
185	1.056	1408.1	25.6	0.821	2691	6.36	12.29	43.5
200.6	1.031	1375.1	25.0	0.813	2645	6.27	11.72	43.5

Molekulargewicht: 884.82.

Radius der Kapillare: 0.03636 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

 Die Flüssigkeit wird bei $-17^\circ C$ sehr viskös und fängt dann an, allmählich zu kristallisieren.

 Die Dichte bei $50^\circ C$ war 0.8992; bei $75^\circ C$ 0.8822; bei $100^\circ C$ 0.8665. Bei $t^\circ C$: $d_{40} = 0.9371 - 0.00081 t + 0.00000104 t^2$.

 Der Temperaturkoeffizient von μ fällt mit steigender Temperatur stark: von ca. 14 bis 8.4 Erg zwischen $-17^\circ C$ und $21^\circ C$ auf 4.7 Erg zwischen $21^\circ C$ und $90^\circ C$ und 3.25 Erg zwischen $90^\circ C$ und $200^\circ C$.

 Acetylessigsaurer Äthylester: $CH_3CO \cdot CH_2 \cdot CO \cdot O(C_2H_5)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häSION A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-20	1.210	1612.8	36.7	1.070	900.7	7.00	3.60	65.5
1	1.133	1510.5	34.3	1.048	853.5	6.67	3.17	64.4
*25	1.113	1483.6	32.0	1.023	809.2	6.38	2.78	64.8
*35.5	1.069	1424.7	30.7	1.013	781.4	6.18	2.61	61.9
*49.5	1.024	1365.8	29.4	0.999	755.3	6.00	2.42	62.0
71	0.906	1207.4	27.3	0.976	712.3	5.71	2.16	62.0
89	0.841	1121.2	25.3	0.958	668.4	5.38	1.94	61.5
**125	0.774	1031.9	21.7	0.923	587.7	4.80	1.57	61.5
**153	0.675	900.2	18.9	0.896	522.1	4.30	1.31	61.5
**176	0.596	794.9	16.6	0.869	468.0	3.90	1.13	61.5

Molekulargewicht: 130.08.

Radius der Kapillare: 0.04638 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04408 cm;

bei den mit ** vermerkten: 0.04352 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

 Die Verbindung siedet konstant bei $179.6^\circ C$.

 Der Temperaturkoeffizient von μ ist zwischen $-20^\circ C$ und $+176^\circ C$ praktisch gleichbleibend zu 2.19. Die $\mu - t$ -Kurve kann als Gerade betrachtet werden.

Methylacetylessigsaurer Methylester: $\text{CH}_3\text{CO} \cdot \text{CH}(\text{CH}_3) \cdot \text{CO} \cdot \text{O}(\text{CH}_3)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-71	1.477	1969.6	46.5	1.121	1106.2	8.46	5.45	79.6
-21	1.218	1623.8	38.3	1.071	939.3	7.29	3.76	69.5
0	1.137	1515.7	35.7	1.050	887.2	6.93	3.30	67.1
25.3	1.046	1395.0	32.8	1.024	828.9	6.53	2.85	63.8
45.5	0.985	1313.2	30.8	1.003	789.2	6.26	2.56	63.9
70.2	0.901	1201.2	28.1	0.977	732.7	5.86	2.22	59.0
85.2	0.856	1141.2	26.7	0.962	703.4	5.66	2.06	58.9
117	0.768	1024.4	23.9	0.930	644.0	5.24	1.75	59.0
138.2	0.709	945.2	22.0	0.908	602.3	4.94	1.56	59.0
156	0.658	877.2	20.4	0.890	566.0	4.67	1.42	59.0

Molekulargewicht: 130.08.

Radius der Kapillare: 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 18 mm Druck siedet die Verbindung bei 75.5° C; in der bei -71° C sehr viskösen Flüssigkeit nahm die Bildung der Gasblasen mehr als 60 Sekunden in Anspruch. Das spezifische Gewicht bei 25° C ist $d_4^{25} = 1.0247$; bei 50° C 0.9991; bei 75° C 0.9732. Bei t° C: $d_4^t = 1.0500 - 0.001006 t - 0.00000024 t^2$.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen -71° und -21°	3.39
„ -21° „ 0°	2.47
„ 0° „ 70°	2.18
„ 70° „ 156°	1.94

Propylacetylessigsaurer Äthylester: $\text{CH}_3\text{CO} \cdot \text{CH}(\text{C}_3\text{H}_7)\text{CO} \cdot \text{O}(\text{C}_2\text{H}_5)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-78.2	1.430	1906.0	43.6	1.082	1280.1	8.22	7.19	73.5
-20	1.142	1522.2	34.8	1.007	1070.2	7.05	4.80	65.2
2.5	1.058	1410.1	32.2	0.978	1011.3	6.72	4.20	65.3
**25.0	1.018	1356.6	29.4	0.948	942.7	6.33	3.65	65.2
**35.0	0.977	1302.2	28.2	0.934	913.2	6.16	3.44	59.0
**49.0	0.929	1238.7	26.8	0.916	879.2	5.97	3.19	57.4
70	0.818	1091.0	24.8	0.889	831.3	5.69	2.86	53.6
90.5	0.763	1017.7	23.1	0.866	786.8	5.44	2.58	53.6
*125	0.714	951.5	20.2	0.833	706.0	4.95	2.14	48.9
*143	0.669	891.5	18.9	0.816	669.7	4.72	1.96	52.2
*152.9	0.641	854.8	18.1	0.806	646.7	4.58	1.85	52.2
*177	0.576	767.5	16.2	0.785	589.1	4.21	1.61	54.4
*200.5	0.507	676.4	14.2	0.764	525.8	3.79	1.39	54.4

Molekulargewicht: 172.13.

Radius der Kapillare: 0.04638 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04357 cm,

bei denen mit ** vermerkten: 0.04408 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter Atmosphärendruck siedet die Verbindung konstant bei 223.6° C; obgleich die Flüssigkeit bei -76° C äußerst viskös war, konnte der Wert von χ in diesem Falle bei sehr langsamer Blasenbildung (ca. 40 Sekunden) offenbar noch ziemlich genau bestimmt werden.

Temperaturkoeffizient von μ .	
Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen -76° und -20°	3.74
,, -20° ,, +20°	2.84
,, 25° ,, 70°	2.36
,, 70° ,, 125°	2.24
,, 125° ,, 153°	2.11

Wegen eintretender Zersetzung steigt der Wert von $\frac{d\mu}{dt}$ nachher auf 2.37 und 2.68.

Cyanessigsaurer Methylester: CN . CH₂ . CO . O(CH₃).

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^0	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-76	(2.424)	(3231.6)	(74.1)	1.222	(1387.8)	(12.86)	(6.22)	(173.2)
-16	1.443	1923.2	43.9	1.140	861.2	7.85	3.03	81.7
1	1.362	1815.4	41.4	1.122	820.8	7.52	2.72	72.6
**25.5	1.337	1783.0	38.6	1.096	777.4	7.18	2.38	71.4
50	1.184	1578.3	35.9	1.070	734.6	6.84	2.10	68.8
70.5	1.116	1487.7	33.8	1.039	705.4	6.63	1.91	70.9
90	1.043	1390.8	31.7	1.028	666.2	6.29	1.72	70.9
*124.5	0.987	1315.8	28.0	0.994	601.8	5.74	1.43	71.3
*153.1	0.877	1169.2	24.8	0.965	543.7	5.24	1.22	71.2
*176.5	0.789	1052.4	22.3	0.942	469.8	4.83	1.06	71.3
*197	0.713	951.2	20.1	0.921	454.6	4.45	0.94	71.3

Molekulargewicht: 99.05.

Radius der Kapillare: 0.04638 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04352 cm,

bei denen mit ** vermerkten: 0.04408 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der sorgfältig getrocknete Ester siedete konstant bei 203° C; bei -76° C ist die Flüssigkeit äußerst viskös und gelatinös. Ungeachtet der ca. 100 Sekunden dauernden Bildungszeit der Gasbläschen, beeinflußt die Viskosität offenbar die Bestimmung von χ sehr stark.

Die Dichte bei 25° C war $d_4^0 = 1.0962$; bei 50° C 1.0698; bei 75° C 1.0438. Die Dichte bei t° C ist berechnet nach der Formel: $d_4^0 = 1.1231 - 0.001086 t + 0.0000004 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist zwischen -76° und -16° wegen der kolossalen Viskosität nicht unabhängig von derselben bestimmbar. Zwischen -16° C und +197° C kann er zu 1.90 gesetzt werden.

Cyanessigsaurer Äthylester: $\text{CN} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO} \cdot \text{O} (\text{C}_2\text{H}_5)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung γ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-17	1.313	1750.8	39.9	1.099	876.1	7.40	3.27	71.6
0	1.245	1660.2	37.8	1.082	838.6	7.12	2.95	65.1
**25	1.222	1628.8	35.2	1.056	793.7	6.80	2.58	65.0
**35.5	1.188	1583.5	34.2	1.046	776.1	6.67	2.44	65.0
49	1.083	1444.5	32.8	1.032	751.0	6.48	2.28	65.0
71	1.016	1354.0	30.7	1.009	713.6	6.20	2.04	65.1
90	0.951	1287.8	28.7	0.990	675.6	5.91	1.84	65.0
*125	0.896	1194.8	25.4	0.955	612.4	5.42	1.54	63.6
*153	0.803	1070.8	22.7	0.927	558.3	4.99	1.33	61.9
*176	0.727	969.7	20.5	0.904	512.7	4.62	1.16	61.8
*201	0.651	868.6	18.3	0.879	466.3	4.24	1.01	61.9

Molekulargewicht: **113.07**. Radius der Kapillare: 0.04638 cm; bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04352 cm, bei jenen mit ** vermerkten: 0.04408 cm.
Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet konstant bei 206° C; bei -76° C wird die Flüssigkeit zuerst glasig und kristallisiert dann beim Erwärmen langsam zu einer weißen Kristallmasse. Nach WALDEN schmilzt der Körper bei -22.5° C. Die Dichte d_4^{20} ist bei 25° C 1.0562; bei 50° C 1.0307; bei 75° C 1.0052. Bei t° C im allgemeinen: $d_4^{20} = 1.0817 - 0.00102 t$.

Die $\mu - t$ -Kurve ist praktisch eine gerade Linie; der Wert von $\frac{d\mu}{dt}$ ergibt sich zwischen -17° C und +201° C zu 1.88.

Cyanessigsaurer Propylester: $\text{CN} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO} \cdot \text{O} (\text{C}_3\text{H}_7)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung γ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-16	1.236	1647.3	37.5	1.058	912.9	7.23	3.57	63.2
0	1.184	1578.3	35.9	1.042	882.9	7.03	3.27	62.4
**25	1.164	1551.7	33.5	1.021	835.1	6.69	2.85	62.4
**35	1.130	1506.5	32.5	1.011	815.5	6.56	2.70	62.4
**51	1.075	1433.8	31.0	0.996	786.0	6.35	2.49	61.8
71	0.961	1280.7	29.1	0.976	747.6	6.08	2.25	61.4
114.5	0.834	1112.5	25.2	0.933	667.1	5.51	1.81	61.6
*125.5	0.858	1144.4	24.3	0.923	647.9	5.37	1.71	61.8
*152.5	0.780	1039.9	22.0	0.896	598.3	5.01	1.50	61.1
*176.1	0.701	934.6	19.7	0.872	546.0	4.61	1.30	61.0
*201	0.624	831.8	17.5	0.847	494.1	4.21	1.13	61.1

Molekulargewicht: **127.08**. Radius der Kapillare: 0.04638 cm; bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04352 cm, bei denen mit ** vermerkten: 0.04408 cm.
Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet konstant bei 216° C; bei -79° C wird sie allmählich fest zu einer Kristallmasse, die bei ca. -39° C schmilzt. Die Dichte d_4^{20} war bei 25° C 1.0214; bei 50° C 0.9973; bei 75° C 0.9717. Bei t° C im allgemeinen: $d_4^{20} = 1.0424 - 0.000962 t + 0.00000012 t^2$.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:

Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:

Zwischen -16° und +152°

1.88

Dann, unter Abspaltung von HCN, wieder eine Steigung bis 2.13.

Cyanessigsaurer Butylester: $CN \cdot CH_2 \cdot CO \cdot O(C_4H_9)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck <i>H</i> in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häSION A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
-21.3	1.213	1617.5	35.2	1.041	928.8	6.90	3.86	55.1
0	1.159	1545.2	33.6	1.020	898.7	6.72	3.47	55.2
*25.2	1.117	1489.0	31.7	0.998	860.3	6.48	3.07	55.3
*45.2	1.055	1406.2	29.9	0.978	822.5	6.24	2.76	55.0
*74.5	0.975	1300.6	27.7	0.952	775.8	5.94	2.41	54.8
*94.1	0.924	1231.6	26.2	0.934	743.2	5.72	2.20	54.8
114.5	0.852	1135.3	24.6	0.915	707.4	5.48	2.00	54.4
135	0.797	1063.3	23.0	0.895	671.2	5.24	1.81	54.4
161.1	0.729	971.9	21.0	0.870	626.3	4.92	1.60	49.7
192.1	0.662	883.1	19.0	0.840	578.4	4.61	1.40	49.7
213.1	0.615	820.0	17.6	0.820	544.5	4.38	1.27	49.7

Molekulargewicht: 141.1.

Radius der Kapillare: 0.04439 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04352 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Ester siedet konstant bei 230.5° C; er läßt sich bis -80° C unterkühlen zu einer sehr viskösen Flüssigkeit, ohne zu kristallisieren.

Die Dichte d_{40} bei 25° C ist 0.9978; bei 50° C 0.9749; bei 75° C 0.9518. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 1.0204 - 0.000904 t + 0.00000016 t^2$.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt: Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:

Zwischen -21° und +213° 1.62

Die $\mu - t$ -Kurve kann als eine gerade Linie betrachtet werden.

Cyanessigsaurer Isobutylester: $CN \cdot CH_2 \cdot CO \cdot O[CH_2 \cdot CH(CH_3)_2]$:

Temp. in ° C	Maximaldruck <i>H</i> in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg in qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häSION A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
-20.5	1.179	1572.4	34.2	1.033	907.1	6.75	3.77	55.9
0.3	1.122	1495.9	32.5	1.014	872.7	6.54	3.38	56.0
*25	1.069	1424.6	30.3	0.990	826.7	6.24	2.96	54.1
*45	1.013	1351.1	28.7	0.971	793.3	6.03	2.68	53.2
*74.8	0.934	1245.4	26.4	0.944	743.6	5.70	2.31	52.8
*94.5	0.879	1174.6	24.9	0.925	710.9	5.49	2.11	51.7
115	0.811	1081.3	23.4	0.905	677.9	5.27	1.92	54.4
135.1	0.757	1009.2	21.8	0.886	640.5	5.02	1.74	54.9
161	0.686	914.6	19.7	0.862	589.5	4.66	1.52	55.3
191.8	0.595	792.9	17.0	0.834	520.0	4.16	1.26	55.1
213	0.541	720.9	15.4	0.815	478.4	3.85	1.12	55.3

Molekulargewicht: 141.1.

Radius der Kapillare: 0.04439 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04352 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet konstant bei 223° C; sie kann bis -76° C unterkühlt werden und kristallisiert dann langsam zu einer Kristallmasse, die bei ca. -26° C schmilzt. Die Dichte ist bei 25° C $d_{40} = 0.9903$; bei 50° C 0.9669; bei 75° C 0.9441. Bei t° C ist $d_{40} = 1.0138 - 0.000952 t + 0.00000032 t^2$.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt: Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:

Zwischen -20° und 0° 1.64

„ 0° „ 115° 1.70

„ 115° „ 213° 2.0

Auch hier tritt graduelle Zersetzung ein unter Abspaltung von HCN.

Cyanessigsaurer Amylester: $\text{CN} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO} \cdot \text{O}(\text{C}_5\text{H}_{11})$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-17.5	1.080	1440.3	32.7	1.017	933.5	6.56	3.98	52.1
1.5	1.029	1371.3	31.1	1.001	897.2	6.34	3.58	52.0
**25.5	1.028	1370.2	29.5	0.976	865.5	6.16	3.20	51.6
**35	1.000	1333.9	28.7	0.966	847.9	6.06	3.05	51.5
69	0.880	1172.9	26.5	0.939	797.8	5.75	2.61	50.4
89	0.831	1108.3	25.0	0.920	763.0	5.54	2.37	50.3
*125	0.807	1075.4	22.7	0.891	707.7	5.20	2.02	49.0
*153	0.744	992.6	21.0	0.864	668.3	4.96	1.80	49.1
*176	0.689	919.1	19.4	0.843	627.6	4.69	1.62	48.1
*201	0.634	845.6	17.8	0.821	586.1	4.42	1.45	48.1

Molekulargewicht: 155.11. Radius der Kapillare: 0.04638 cm; bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04352 cm, bei denen mit ** vermerkten: 0.04408 cm. Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet konstant bei 240.2° C; bei -76° C wird sie gelatinös, kristallisiert jedoch nicht. Die Dichte d_{40} war bei 25° C 0.9763; bei 50° C 0.9547; bei 75° C 0.9327. Im allgemeinen bei $t^\circ \text{C}$: $d_{40} = 1.0019 - 0.090061 t + 0.00000032 t^2$.

Temperaturkoeffizient von μ .
 Temperaturtrajekt: Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
 Zwischen -17° und +1° 2.0
 „ 1° „ 201° ca. 1.6

Oxalsaurer Diäthylester: $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O} \cdot \text{CO} \cdot \text{CO} \cdot \text{O}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A_2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-20.7	1.177	1569.9	37.0	1.139	941.0	6.62	3.84	63.5
0	1.111	1482.5	34.9	1.110	903.0	6.41	3.43	63.6
26	1.025	1366.5	32.1	1.074	848.8	6.10	2.98	63.5
46	0.952	1278.4	30.0	1.050	805.5	5.83	2.67	62.5
66.7	0.896	1195.1	28.0	1.025	764.6	5.57	2.40	62.6
86.5	0.818	1091.0	25.5	1.001	706.8	5.20	2.11	62.2
106	0.768	1024.4	23.9	0.977	673.3	4.99	1.92	57.6
125	0.717	955.9	22.2	0.954	635.4	4.75	1.74	62.8
145.5	0.650	866.6	20.1	0.930	581.1	4.41	1.54	71.2
166	0.568	757.3	17.6	0.905	521.8	3.97	1.32	90.9
184	0.478	637.3	14.6	0.883	440.0	3.37	1.08	90.9

Molekulargewicht: 146.08.

Radius der Kapillare: 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet konstant bei 99.5° C und ca. 12 mm Druck; unter Atmosphärendruck bei 185° C. Sie wird im Kältegemisch bald kristallinisch und schmilzt dann bei -40.5° C. Über 160° C scheint der Ester sich etwas zu zersetzen.

Temperaturkoeffizient von μ .
 Temperaturtrajekt: Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
 Zwischen -20° und 0° 1.8
 „ 0° „ 66° 2.0
 „ 66° „ 106° 2.2
 „ 106° „ 146° 2.3
 „ 146° und 184° 3.6

Malonsaurer Diäthylester: $(C_2H_5)_2O \cdot CO \cdot CH_2 \cdot CO \cdot O(C_2H_5)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häasion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-19.9	1.237	1649.2	35.5	1.095	985.3	6.61	4.18	60.6
0.7	1.167	1555.8	33.5	1.075	941.2	6.36	3.72	60.6
8.5	1.142	1523.2	32.9	1.068	928.4	6.28	3.57	60.8
25.2	1.077	1435.9	31.0	1.050	884.8	6.02	3.23	60.5
34.5	1.044	1391.9	30.0	1.041	861.2	5.88	3.06	62.6
50.1	0.994	1325.2	28.5	1.025	826.6	5.67	2.81	62.7
69.2	0.920	1226.8	26.3	1.005	772.9	5.34	2.50	61.5
102	0.804	1071.8	23.0	0.969	692.5	4.84	2.07	61.6
124.5	0.723	963.9	20.6	0.945	630.7	4.45	1.79	58.4
144	0.660	880.2	18.8	0.924	584.3	4.15	1.59	58.4
148.7	0.649	866.4	18.5	0.919	577.1	4.11	1.56	58.6
171	0.571	761.6	16.2	0.896	513.9	3.69	1.33	58.4

Molekulargewicht: 160.1.

Radius der Kapillare: 0.04385 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet konstant bei 197.8° C. Nach der Kristallisation schmilzt sie bei -50° C. Bei 25° C war die Dichte: 1.0518; bei 50° C 1.0254. Beim Siedepunkt ist der Wert von χ gleich 13.7 Erg pro qcm.

Zwischen -20° und +171° ist der Wert von $\frac{d\mu}{dt}$: 2.52

Die $\mu - t$ -Kurve kann praktisch als eine Gerade betrachtet werden.

Brommalonsaurer Diäthylester: $(C_2H_5)_2O \cdot CO \cdot CHBr \cdot CO \cdot O(C_2H_5)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häasion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-20.7	1.250	1666.5	39.1	1.464	1168.2	5.45	5.16	71.9
0	1.165	1553.2	36.4	1.436	1101.6	5.17	4.53	70.0
26	1.065	1419.9	33.2	1.401	1021.5	4.83	3.86	65.5
45.5	0.999	1332.5	31.1	1.375	968.9	4.61	3.46	58.2
66.6	0.943	1257.6	29.3	1.347	925.4	4.44	3.12	54.8
86.5	0.896	1195.1	27.8	1.320	890.0	4.29	2.86	53.0
106.5	0.853	1136.8	26.4	1.293	856.9	4.16	2.62	47.7
126	0.815	1086.8	25.3	1.266	832.8	4.08	2.44	47.2
146	0.780	1039.9	24.2	1.240	807.7	3.98	2.27	47.2

Molekulargewicht: 239.09.

Radius der Kapillare: 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter ca. 20 mm Druck siedet die Verbindung konstant bei 121° C; bei -54° C wird sie gelatinös, kristallisiert aber nicht. Über 150° C fängt eine Zersetzung an, welche sich durch Braunfärbung manifestiert. Bei 25° C ist die Dichte $d_4^{20} = 1.4022$; bei 50° C 1.3688; bei 75° C 1.3359; und bei t ° C:

$$d_4^{20} = 1.4361 - 0.001366 t + 0.0000004 t^2.$$

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:	Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen -21° und 0°	3.20	Zwischen 67° und 86°	1.75
„ 0° „ 26°	3.08	„ 86° „ 106°	1.63
„ 26° „ 46°	2.67	„ 106° „ 126°	1.35
„ 46° „ 67°	2.04	„ 126° „ 146°	1.23

Äthylbenzylmalonsaurer Diäthylester:
 $(C_2H_5)O \cdot CO \cdot C(C_2H_5)(C_2H_5) \cdot CO \cdot O(C_2H_5)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck <i>H</i> in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häSION A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
-20.2	(2.174)	(2898.4)	(68.8)	1.086	(2775.0)	[12.92]	[14.22]	[441.7]
0	1.241	1654.5	39.0	1.072	1586.7	7.42	7.56	78.9
26	1.121	1494.9	35.2	1.052	1450.1	6.82	6.35	70.5
45.5	1.050	1399.9	32.9	1.035	1370.2	6.48	5.66	64.7
66.6	0.984	1311.7	30.8	1.016	1298.7	6.18	5.06	54.6
86.7	0.940	1253.4	29.4	1.001	1252.1	5.99	4.63	53.5
106	0.901	1201.2	28.1	0.986	1208.8	5.81	4.27	56.5
126	0.853	1136.8	26.6	0.971	1156.0	5.59	3.90	56.5
146	0.805	1073.2	25.1	0.956	1102.2	5.35	3.56	56.5
166	0.759	1011.9	23.6	0.941	1047.3	5.11	3.24	67.1
184	0.690	920.3	21.4	0.927	959.2	4.71	2.87	66.6
206.5	0.637	849.5	19.7	0.911	893.3	4.41	2.56	67.2

Molekulargewicht: 278.18.

Radius der Kapillare: 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 12 mm Druck siedet die Substanz konstant bei 189° C; bei -79° C^o wird sie zu einem schwach opalisierenden Glas. Schon bei -20° C ist die Viskosität enorm groß, und bei 0° C noch ziemlich groß. Die Blasenbildung nahm bei 0° C noch ca. 40 Sekunden in Anspruch. Die Dichte d_{40} bei 25° C ist 1.0531; bei 50° C 1.0322; bei 75° C 1.0098. Bei t° C im allgemeinen:

$$d_{40} = 1.0725 - 0.000746 t - 0.0000012 t^2.$$

Der Temperaturkoeffizient von μ läßt sich zwischen -20° und 0° wegen der enormen Viskosität nicht unabhängig von derselben bestimmen.

Temperaturtrajekt:

Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:

Zwischen 0° und 26°	5.2
„ 26° „ 66°	3.7
„ 66° „ 106°	2.25
„ 106° „ 126°	2.6
„ 126° „ 146°	2.7
„ 146° „ 166°	2.75
„ 166° „ 206°	3.85

Über 166° macht sich wieder eine langsam fortschreitende Zersetzung geltend.

Bernsteinsaurer Dimethylester: $CH_3O \cdot CO \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CO \cdot OCH_3$.

Temp. in ° C	Maximaldruck <i>H</i> in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häSION A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
25.2	1.123	1497.2	34.1	1.115	879.6	6.24	3.06	68.1
40.4	1.085	1446.5	33.1	1.097	863.1	6.15	2.87	68.8
54	1.015	1353.2	30.9	1.082	813.2	5.82	2.60	66.5
75.9	0.932	1242.5	28.3	1.058	756.0	5.46	2.28	66.3
95	0.870	1160.6	26.4	1.032	717.0	5.22	2.07	63.2
116	0.806	1069.5	24.3	1.014	667.8	4.89	1.84	63.6
135	0.745	993.6	22.5	0.995	626.2	4.61	1.65	63.7
150	0.694	925.0	20.9	0.980	587.6	4.35	1.50	63.2
178.2	0.585	779.9	17.5	0.955	500.5	3.74	1.22	—

Molekulargewicht: 146.08.

Radius der Kapillare: 0.04670 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 25 mm Druck siedet die Flüssigkeit bei 103.5° C; der Schmelzpunkt der kristallisierten Substanz ist 18.2° C. Die Dichte bei 25° C ist 1.1149; bei 50° C 1.0865; bei 75° C 1.0589. Bei t° C:

$$d_4^t = 1.1441 - 0.001184 t + 0.00000064 t^2.$$

Bis 150° C ist der Temperaturkoeffizient von μ ziemlich konstant; der Mittelwert ist ca. 2.32 Erg pro Grad. Über 150° C steigt er aber plötzlich stark an, wohl im Zusammenhang mit einer eintretenden Zersetzung.

Brom-Isobornsteinsaurer Diäthylester: $\text{CH}_3\text{CBr} \cdot (\text{CO} \cdot \text{OC}_2\text{H}_5)_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^t	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$A^2 M$ T	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-21	1.155	1539.8	35.0	1.377	1131.3	5.18	5.21	62.7
0	1.079	1439.0	32.7	1.350	1071.0	4.94	4.58	57.8
25.1	1.005	1340.5	30.4	1.318	1011.6	4.70	3.99	57.8
40.3	0.960	1280.5	29.0	1.300	974.0	4.55	3.68	56.6
52.8	0.918	1223.9	27.8	1.284	941.4	4.42	3.43	56.1
75.5	0.861	1147.7	26.0	1.257	893.0	4.22	3.06	53.9
95.4	0.809	1079.2	24.4	1.232	849.4	4.04	2.78	57.9
114	0.752	1002.6	22.6	1.211	795.8	3.81	2.49	57.8
134.1	0.698	930.6	20.9	1.189	745.0	3.58	2.23	60.9
152	0.652	869.4	19.5	1.169	703.0	3.40	2.02	61.1
176	0.581	775.1	17.3	1.144	632.7	3.08	1.74	61.3
197	0.499	665.3	14.7	1.121	544.9	2.67	1.44	60.8

Molekulargewicht: 253.08.

Radius der Kapillare 0.04670 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 13 mm Druck siedet die Flüssigkeit bei 122° C. Sie wird bei -79° C zu einer dickflüssigen, etwas trüben Masse, kristallisiert aber nicht in sichtbaren Kristallen. Über 176° C tritt eine langsame Zersetzung ein, wodurch sich die Kurve schnell der Temperaturachse nähert. Die Dichte bei 25° C ist 1.3183; bei 50° C 1.2875; bei 75° C 1.2575. Bei t° C:

$$d_4^t = 1.3499 - 0.00128 t + 0.00000064 t^2.$$

Der Temperaturkoeffizient von μ ist bis 176° C ziemlich konstant; der Mittelwert ist 2.54 Erg pro Grad.

Weinsaurer Dimethylester: $(\text{CH}_3\text{O} \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{CO} \cdot \text{O}(\text{CH}_3))_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^t	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$A^2 M$ T	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
45	1.490	1986.6	43.2	1.306	1144.6	6.75	3.78	74.0
70.7	1.405	1873.1	40.7	1.281	1092.2	6.48	3.36	74.0
90.7	1.340	1786.5	38.8	1.261	1052.2	6.28	3.07	74.1
116.2	1.255	1673.2	36.3	1.235	998.2	5.99	2.74	68.6
135.5	1.200	1599.5	34.7	1.216	964.1	5.82	2.54	68.6
*159.6	1.046	1395.0	32.7	1.192	920.7	5.60	2.30	65.6
*190	0.974	1299.2	30.4	1.151	876.1	5.39	2.07	64.7
*210.3	0.929	1238.5	28.9	1.131	842.7	5.21	1.92	64.7

Molekulargewicht: 178.08.

Radius der Kapillare: 0.04439 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter ca. 12 mm Druck siedet die Verbindung konstant bei 180° C; bei -79° C wird die Flüssigkeit glasig und kristallisiert dann äußerst langsam. Die

Kristalle schmelzen nachher bei +48° C. Selbst bei 25° C ist der Äther so viskös, daß keine zuverlässigen Messungen bei dieser Temperatur möglich sind.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen 45° und 117°	2.08
„ 117° „ 160°	1.77
„ 160° „ 210°	1.53

Weinsaure Diäthylester: $(C_2H_5)O \cdot CO \cdot CH(OH) \cdot CH(OH) \cdot CO \cdot O(C_2H_5)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^0	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
25	1.317	1755.5	37.6	1.210	1155.4	6.34	4.38	69.8
45.3	1.241	1654.4	35.4	1.191	1099.3	6.06	3.93	69.5
74.3	1.134	1512.0	32.3	1.164	1018.5	5.66	3.36	63.2
91.1	1.082	1443.0	30.8	1.147	980.8	5.48	3.10	63.2
110.1	1.024	1364.9	29.1	1.129	936.5	5.26	2.83	63.2
134.7	0.948	1263.8	26.9	1.105	878.2	4.96	2.51	62.0
150.1	0.899	1199.4	25.5	1.091	839.6	4.77	2.32	61.9
160.3	0.872	1162.7	24.7	1.081	818.2	4.66	2.22	62.0
192.7	0.765	1019.9	22.0	1.050	743.1	4.27	1.89	62.0
212.7	0.716	955.9	20.2	1.032	690.2	3.99	1.69	62.0

Molekulargewicht: 206.11.

Radius der Kapillare: 0.04352 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Bei ca. 16 mm Druck ist die Siedetemperatur 166.5° C. Bei -79° C wird die Flüssigkeit glasig und kristallisiert dann bei -20° C äußerst langsam. Erst nach 5 oder 6 Stunden ist alles kristallinisch erstarrt; der Schmelzpunkt ist +15° C. Bei 0° und niedrigeren Temperaturen ist die Flüssigkeit zu viskös, um zuverlässige Messungen möglich zu machen.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen 25° und 74.3°	2.75
„ 74° „ 213°	2.35

Aceton: $CH_3 \cdot CO \cdot CH_3$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^0	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
-73	1.236	1647.8	35.6	0.917	565.5	7.92	2.30	64.4
-19.5	0.971	1295.6	27.9	0.845	468.0	6.73	1.54	60.3
0.1	0.886	1181.3	25.4	0.818	435.4	6.33	1.35	59.3
11.4	0.838	1117.4	24.0	0.803	416.5	6.24	1.27	56.1
25.5	0.786	1047.9	22.5	0.785	396.4	5.84	1.14	56.2
35	0.740	986.6	21.1	0.772	375.9	5.57	1.05	55.9
40.1	0.695	926.6	19.8	0.757	357.4	5.34	0.96	56.3

Molekulargewicht: 58.05.

Radius der Kapillare: 0.04385 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Siedepunkt ist 56° C; der Wert von χ ist bei dieser Temperatur 19.4 Erg pro qcm.

Nach TIMMERMANS ist der Schmelzpunkt -94.3° C.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen -73° und -19.5°	1.81
„ -19° „ +11°	1.66
„ 11° „ 54°	1.57

Acetylaceton: $\text{CH}_3\text{CO} \cdot \text{CH}_2\text{CO} \cdot \text{CH}_3$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-21	1.124	1498.9	34.2	1.020	727.5	6.84	2.72	65.4
0	1.041	1387.7	31.6	0.998	681.9	6.46	2.37	58.1
25.2	0.956	1274.5	29.2	0.972	641.4	6.13	2.06	57.8
40.5	0.912	1216.3	27.7	0.957	614.8	5.90	1.88	57.2
54.5	0.867	1156.3	26.3	0.943	589.5	5.69	1.74	57.1
76.1	0.805	1073.3	24.4	0.923	554.8	5.39	1.54	57.2
94.8	0.752	1002.6	22.7	0.906	522.6	5.11	1.39	56.9
115	0.687	916.5	20.7	0.889	482.5	4.75	1.22	56.8
135	0.623	830.6	18.7	0.873	441.2	4.37	1.07	56.6

Molekulargewicht: 100.06.

Radius der Kapillare: 0.04670 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 755 mm Druck siedet die Flüssigkeit bei 137.5° C. In fester Kohlen- säure und Alkohol erstarrt sie zu einer schön kristallisierten Masse, die bei - 30° C schmilzt. Bei 25° C ist die Dichte 0.9721; bei 50° C 0.9475; bei 75° C 0.9241. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 0.9979 - 0.001056 t + 0.00000096 t^2$.

Die $\mu - t$ -Kurve hat — wohl infolge der Verschiebung des Keto \rightleftharpoons Enol- gleichgewichtes mit der Temperatur — eine eigentümliche Form, indem $\frac{d\mu}{dt}$ erst zwischen - 21° C und 76° C fällt, dann aber allmählich wieder ansteigt:

Zwischen	-21° und 0°	ist	$\frac{d\mu}{dt} = 2.17$	Erg
„	0° „ 54°	„	= 1.74	„
„	54° „ 76°	„	= 1.60	„
„	76° „ 95°	„	= 1.72	„
„	95° „ 115°	„	= 1.98	„
„	115° „ 135°	„	= 2.06	„

Methylpropylketon: $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{C}_3\text{H}_7$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-74.2	1.240	1653.2	35.4	0.936	721.4	7.71	3.34	61.6
-20.5	0.996	1327.9	28.3	0.872	604.6	6.62	2.26	56.3
0.3	0.913	1217.8	26.0	0.852	564.1	6.22	1.96	53.1
25.5	0.831	1107.6	23.6	0.826	522.7	5.83	1.68	53.2
45	0.762	1015.7	21.6	0.806	486.3	5.46	1.48	52.1
74.3	0.672	896.1	19.0	0.777	438.3	4.99	1.24	52.3
90.8	0.613	818.1	17.3	0.761	404.7	4.64	1.10	46.4
99.6	0.589	785.8	16.6	0.753	391.1	4.50	1.04	46.4

Molekulargewicht: 86.1.

Radius der Kapillare: 0.04352 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet bei 102.3° konstant; bei dieser Temperatur ist χ ca. 16.4 Erg pro qcm.

Nach TIMMERMANS schmilzt die Substanz bei - 83.5 C.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen -74° und 0°	2.13
„ 0° „ 99°	1.73

Methylamin: $\text{CH}_3 \cdot \text{NH}_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-70	1.324	1764.8	29.2	0.759	346.7	7.85	1.20	54.6
-49	1.225	1633.2	26.5	0.736	321.2	7.34	1.02	54.5
-20	1.068	1423.9	23.0	0.705	286.9	6.65	0.82	61.0
-18	1.049	1399.8	22.7	0.702	283.9	6.60	0.80	65.3
-12	1.005	1340.1	21.7	0.696	272.9	6.36	0.76	65.3

Molekulargewicht: 31.05.

Radius der Kapillare: 0.03343 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das wasserfreie Amin siedet bei -6°C . Bei -79°C ist es noch gänzlich dünnflüssig, ohne Spur einer Kristallisation. Beim Siedepunkt muß χ etwa den Wert 20.9 Erg pro qcm haben.

Die Dichte wurde volumetrisch bestimmt; bei -79°C war sie 0.7691; bei 0°C 0.6831. Bei $t^\circ \text{C}$ kann sie berechnet werden aus: $d_4^{20} = 0.6831 - 0.00109 t$.

Der Temperaturkoeffizient von μ steigt mit höherer Temperatur allmählich an: zwischen -70°C und -20°C ist er 1.20; zwischen -20° und -18°C 1.50; zwischen -18°C und -12°C 1.88 Erg pro Grad Celsius.

Dimethylamin: $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-78	0.842	1121.4	25.2	0.757	384.2	6.79	1.57	43.9
-50	0.745	995.5	22.5	0.730	351.4	6.29	1.27	42.1
-23	0.672	897.0	20.2	0.703	323.5	5.86	1.06	42.2
0	0.606	807.9	18.1	0.680	296.4	5.43	0.90	39.9
5	0.586	783.5	17.7	0.675	291.3	5.35	0.87	39.9

Molekulargewicht: 45.06.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet bei 7.5°C ; sie ist bei -76°C noch nicht fest. Beim Siedepunkt ist χ ca. 17.5 Erg pro qcm.

Die Dichte bei 0°C war $d_4^{20} = 0.6804$; bei -79°C 0.7581. Bei $t^\circ \text{C}$ wird sie berechnet aus $d_4^{20} = 0.6804 - 0.0009886 t$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist im Mittel 1.10 Erg pro Grad.

Trimethylamin: $(\text{CH}_3)_3\text{N}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-73	0.827	1102.5	24.8	0.748	456.6	6.76	2.00	49.6
-52	0.737	983.7	22.2	0.725	417.4	6.25	1.67	46.5
-32	0.678	897.8	20.0	0.704	383.5	5.79	1.42	46.0
-19	0.627	834.8	18.6	0.691	361.0	5.49	1.23	40.7
-4	0.583	777.2	17.3	0.675	341.1	5.23	1.15	40.7

Molekulargewicht: 59.10.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet bei ca. -3°C ; selbst bei -75°C ist sie noch dünnflüssig, ohne Spur einer Kristallisation.

Die Dichte war bei 0°C 0.6709; bei -79°C 0.7537. Bei $t^{\circ}\text{C}$ ist sie zu berechnen aus $d_{4^{\circ}} = 0.6709 - 0.001048 t$.

Der Temperaturkoeffizient von μ fällt langsam mit steigender Temperatur: zwischen -73°C und -52°C ist er 1.89; zwischen -52°C und -19°C 1.71; zwischen -19°C und -4°C 1.33 Erg pro Grad.

Äthylamin: $\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{NH}_2$.

Temp. in $^{\circ}\text{C}$	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. $d_{4^{\circ}}$	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0°C	in Dynen						
-74	0.961	1281.2	29.1	0.785	433.1	7.56	1.71	51.0
-33	0.807	1078.1	24.6	0.741	380.5	6.77	1.27	49.6
-21.5	0.773	1030.6	23.4	0.729	365.9	6.55	1.17	47.8
0	0.709	945.2	21.4	0.708	341.1	6.16	1.02	47.9
9.9	0.676	901.2	20.4	0.698	328.4	5.96	0.95	47.8

Molekulargewicht: 45.07.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Amin siedet bei 20°C ; selbst bei -76°C ist es noch dünnflüssig. Nach LADENBURG ist der Schmelzpunkt -83.8°C . Beim Siedepunkt ist χ ca. 19.9 Erg pro qcm.

Bei 0°C war die Dichte 0.708; bei -79°C 0.790. Bei $t^{\circ}\text{C}$ im allgemeinen: $d_{4^{\circ}} = 0.7085 - 0.001032 t$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist konstant 1.25 Erg pro Grad.

Diäthylamin (C_2H_5)₂ . NH.

Temp. in $^{\circ}\text{C}$	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. $d_{4^{\circ}}$	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0°C	in Dynen						
-21.5	0.765	1019.9	23.0	0.752	486.2	6.24	1.81	49.7
0	0.693	923.9	20.8	0.731	448.1	5.80	1.55	49.7
10	0.655	873.8	19.7	0.720	428.8	5.58	1.44	49.1
23.4	0.616	819.5	18.3	0.708	402.8	5.27	1.30	41.7
35	0.587	781.4	17.4	0.695	387.7	5.11	1.21	41.7
45	0.568	754.5	16.6	0.686	373.1	4.94	1.13	41.7

Molekulargewicht: 73.10.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Amin siedet bei 56°C und kristallisiert bei -38.9°C . Beim Siedepunkt hat χ etwa den Wert 16.2 Erg pro qcm.

Die Dichte bei 0°C war 0.7315; bei 25°C 0.7045; bei 50°C 0.6771. Bei $t^{\circ}\text{C}$ im allgemeinen: $d_{4^{\circ}} = 0.7315 - 0.00107 t - 0.0000004 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist im Mittel 1.69 Erg pro Grad.

Triäthylamin: (C₂H₅)₃N.

Temp. in ° C	Maximaldruck <i>H</i>		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häSION A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-70	0.929	1238.5	28.1	0.816	698.5	7.02	3.50	52.7
-20.5	0.740	985.5	22.1	0.769	571.5	5.86	2.35	47.9
0	0.658	887.0	20.0	0.749	526.4	5.44	2.02	43.5
25.6	0.596	794.6	17.8	0.725	478.8	5.01	1.70	40.8
41.2	0.572	753.1	16.7	0.710	455.5	4.80	1.54	40.9
55.7	0.505	681.1	15.8	0.695	437.1	4.64	1.43	41.1
70.4	0.478	637.3	14.1	0.681	395.4	4.22	1.24	40.5
84.3	0.453	603.9	13.3	0.667	378.2	4.07	1.15	40.8

Molekulargewicht: 101.13.

Radius der Kapillare: 0.04676 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet unter 762 mm Druck zwischen 87° C und 89° C. Selbst bei -72° C ist die Verbindung noch dünnflüssig; nach TIMMERMANS ist der Schmelzpunkt -114.7° C.

Die Dichte wurde volumetrisch bestimmt; bei 0° C war sie 0.7495; bei 25° C 0.7255; bei 50° C 0.7012. Bei t° C im allgemeinen:

$$d_{40} = 0.7495 - 0.00095 t - 0.0000004 t^2.$$

Beim Siedepunkt hat χ den Wert 12.8 Erg. Der Temperaturkoeffizient von μ nimmt mit steigender Temperatur allmählich ab: zwischen -70° und -20° C ist er 2.56; zwischen -20° C und 0° C 2.20; zwischen 0° C und 26° C 1.86; zwischen 26° C und 84° C 1.71 Erg pro Grad.

Norm. Propylamin: C₃H₇. NH₂.

Temp. in ° C	Maximaldruck <i>H</i>		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häSION A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-71	0.951	1267.9	29.3	0.817	508.6	7.32	2.14	48.7
-21	0.795	1059.9	24.5	0.763	445.1	6.55	1.54	50.2
0	0.725	966.6	22.3	0.741	412.8	6.14	1.33	50.1
15	0.665	889.6	20.7	0.724	389.4	5.83	1.20	50.1
25.6	0.639	851.9	19.7	0.714	374.1	5.63	1.11	50.7
42	0.585	779.8	18.0	0.696	347.7	5.28	0.99	50.8

Molekulargewicht: 59.08.

Radius der Kapillare: 0.04676 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet unter 760 mm Druck konstant bei 47.5° C; bei -72° C ist sie noch dünnflüssig.

Die Dichte bei 0° C ist 0.741; bei 25° C 0.714; bei 40° C 0.698. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 0.741 - 0.001075 t$. Beim Siedepunkt hat χ den Wert 17.5 Erg.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant 1.54 Erg pro Grad.

Dipropylamin: $(C_3H_7)_2 \cdot NH$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
* -19.5	0.816	1087.9	25.7	0.775	661.0	6.76	2.70	54.2
* 0	0.746	994.6	23.5	0.756	614.6	6.34	2.35	52.4
29.9	0.652	878.0	20.4	0.728	547.1	5.72	1.91	52.5
48.3	0.596	795.4	18.4	0.712	500.8	5.27	1.66	49.2
65	0.546	728.5	16.8	0.696	464.2	4.92	1.47	42.5
80.9	0.505	674.0	15.5	0.682	434.2	4.66	1.33	42.5
104.5	0.453	603.9	13.8	0.662	394.3	4.25	1.14	42.5

Molekulargewicht: 101.10.

Radius der Kapillare: 0.04777 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04839 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet unter 762 mm Druck bei 110.5° C. Selbst bei -78° C blieb sie durchsichtig, erstarrte dann aber zu einer weißen Kristallmasse, die bei -45° C schmilzt. Beim Siedepunkt ist χ ca. 13.9 Erg pro qcm.

Die Dichte bei 0° C ist 0.7565; bei 25° C 0.7330; bei 50° C 0.7101. Bei $t^\circ C$:
 $d_{40} = 0.7565 - 0.00095 t + 0.0000004 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ wird mit steigender Temperatur allmählich kleiner: zwischen -20° C und 48° C ist er 2.38; zwischen 48° C und 65° C 2.19; zwischen 65° C und 81° C 1.89; zwischen 81° C und 104° C 1.69 Erg pro Grad.

Tripopylamin: $(C_3H_7)_3N$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-71	0.977	1302.5	30.6	0.830	948.2	7.52	5.33	50.6
-20.5	0.816	1087.9	25.6	0.789	820.6	6.62	3.75	50.3
0	0.758	1010.4	23.6	0.773	766.9	6.23	3.26	47.6
25.6	0.693	923.9	21.5	0.753	710.9	5.82	2.79	47.8
40.5	0.647	862.6	20.1	0.741	671.8	5.53	2.53	47.4
55.5	0.607	810.5	18.8	0.729	635.2	5.26	2.29	45.4
80.2	0.545	726.6	16.8	0.709	578.3	4.83	1.96	46.1
92.2	0.513	684.4	15.8	0.699	549.0	4.61	1.81	49.8
116.1	0.460	613.5	14.1	0.680	499.0	4.23	1.56	50.3
*136	0.421	561.3	12.6	0.664	453.1	3.87	1.36	50.6
*149.5	0.385	513.9	11.5	0.653	418.2	3.59	1.22	50.8

Molekulargewicht: 143.18.

Radius der Kapillare: 0.04792 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04670 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Substanz siedet unter 765 mm Druck konstant bei 157° C. Selbst bei -79° bleibt sie noch flüssig.

Die Dichte wurde volumetrisch bestimmt; bei 0° C ist sie 0.773; bei 25° C 0.753; bei 50° C 0.733. Bei $t^\circ C$ also: $d_{40} = 0.773 - 0.0008 t$. Beim Siedepunkt ist χ ca. 10.9 Erg.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant; der Mittelwert ist 2.41 Erg pro Grad.

Isopropylamin: $C_3H_7 \cdot NH_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
-72	0.929	1238.5	28.1	0.781	502.7	7.34	2.16	52.4
-19.5	0.734	975.7	21.8	0.728	408.7	6.11	1.42	52.5
0	0.636	852.0	19.4	0.709	370.1	5.58	1.21	50.2
15	0.596	794.6	17.7	0.694	342.6	5.20	1.07	43.0
25.2	0.564	751.9	16.8	0.684	328.3	5.01	0.99	43.0

Molekulargewicht: 59.09.

Radius der Kapillare: 0.04676 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Amin siedet bei 33° C bis 35° C unter 760 mm Druck. Bei 18° C ist $d_{40} = 0.691$; die Dichte wurde berechnet unter Annahme eines Temperaturkoeffizienten von 0.001. Beim Siedepunkt hat χ den Wert 16.0 Erg.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist fast konstant und hat einen Mittelwert von 1.76 Erg pro Grad.

Allylamin: $C_3H_5 \cdot NH_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
-75	1.547	2064.0	34.2	0.867	557.5	8.04	2.32	65.0
-15	1.265	1687.1	27.9	0.801	479.5	7.10	1.57	60.7
0	1.180	1573.4	26.0	0.785	452.9	6.76	1.41	62.6
9.7	1.122	1495.7	24.7	0.777	433.2	6.48	1.31	54.9
20	1.072	1429.8	23.6	0.763	418.9	6.31	1.23	54.1
29.5	1.031	1376.0	22.7	0.752	406.9	6.16	1.16	54.2
40	0.979	1304.2	21.5	0.741	389.2	5.92	1.08	51.2
50.5	0.935	1245.1	20.5	0.730	374.8	5.73	1.01	51.2

Molekulargewicht: 57.07.

Radius der Kapillare: 0.03343 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 751 mm Druck siedet die Base bei 53° C. Beim Siedepunkt hat χ den Wert 20.6 Erg pro qcm. Die Dichte bei 0° C war 0.785; bei 25° C 0.757; bei 50° C 0.730. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 0.785 - 0.0011 t$.

Der Temperaturkoeffizient von μ schwankt um einen Mittelwert von 1.40 Erg pro Grad.

Norm. Butylamin: $C_4H_9 \cdot NH_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
-21	0.853	1137.6	26.1	0.785	536.2	6.78	1.97	53.8
0	0.779	1038.6	23.8	0.764	497.9	6.35	1.70	51.9
25.3	0.695	926.6	21.2	0.739	453.5	5.85	1.43	49.8
41	0.650	866.6	19.7	0.723	427.5	5.56	1.29	48.9
55	0.606	808.4	18.4	0.709	404.6	5.29	1.18	39.1
70.8	0.574	765.2	17.4	0.693	388.5	5.12	1.09	39.1

Molekulargewicht: 73.1.

Radius der Kapillare: 0.04676 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 760.5 mm Druck war der Siedepunkt 76° C bis 78° C; die Flüssigkeit kristallisiert in einem Bade von fester Kohlensäure und Alkohol; der Schmelzpunkt ist dann -46° C. Die Dichte bei 0° C ist 0.764; bei 25° C 0.739; bei 40° C 0.727. Bei t° C: $d_{40} = 0.764 - 0.001 t$. Beim Siedepunkt hat χ den Wert 17.0 Erg pro qcm.

Der Temperaturkoeffizient von μ fällt mit steigender Temperatur allmählich: zwischen -21° C und 0° C 1.82; zwischen 0° C und 25° C 1.75; zwischen 25° C und 55° C 1.64; zwischen 55° C und 71° C 1.02 Erg pro Grad.

Isobutylamin: $C_4H_9 \cdot NH_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-70	0.931	1243.5	28.9	0.812	580.5	7.26	2.61	49.0
-20.5	0.779	1038.5	24.0	0.771	499.0	6.35	1.84	45.5
0	0.730	973.2	22.4	0.750	474.4	6.09	1.63	45.6
25.3	0.666	887.9	20.4	0.724	442.3	5.75	1.41	45.8
41.8	0.626	831.2	18.8	0.706	414.5	5.43	1.26	43.5
55.8	0.574	761.0	17.7	0.692	395.5	5.22	1.16	43.6

Molekulargewicht: 78.10.

Radius der Kapillare: 0.04676 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 760.5 mm Druck siedet das Amin bei 67° C bis 68° C; es ist bei -70° C noch dünnflüssig.

Bei 0° C war die Dichte 0.750; bei 25° C 0.724; bei 50° C 0.698. Bei t° C: $d_{40} = 0.7505 - 0.00104 t$.

Der Temperaturkoeffizient von μ schwankt etwas um einen Mittelwert von 1.44 Erg pro Grad.

Diisobutylamin: $\{(CH_3)_2CH \cdot CH_2\}_2NH$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-72	0.994	1325.2	29.9	0.825	868.5	7.39	4.75	51.2
-22.5	0.838	1124.4	25.4	0.782	764.6	6.62	3.42	52.0
0	0.789	1026.4	23.2	0.763	709.9	6.20	2.93	52.1
10	0.731	974.9	21.9	0.754	675.5	5.92	2.70	47.9
23	0.691	924.0	20.7	0.743	644.8	5.68	2.48	46.5
35.2	0.660	879.9	19.7	0.733	619.2	5.48	2.30	46.5
45	0.634	842.8	18.8	0.724	595.8	5.30	2.15	45.8
56.7	0.605	802.6	17.8	0.714	569.3	5.08	1.99	45.5
63	0.583	775.2	17.2	0.709	552.7	4.95	1.90	45.4
* 80.9	0.515	686.6	15.9	0.693	518.8	4.68	1.71	43.2
*104.5	0.459	611.9	14.1	0.673	469.1	4.27	1.46	43.2
*125	0.408	544.3	12.5	0.656	423.1	3.89	1.26	43.1

Molekulargewicht: 129.16.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04777 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 760 mm Druck siedet das Amin konstant bei 142° C; bei -78° C ist die Flüssigkeit zwar sehr viskös, kristallisiert aber nicht. Beim Siedepunkt hat χ den Wert 11.8 Erg pro qcm.

Die Dichte wurde volumetrisch bestimmt zu 0.763 bei 0° C; 0.741 bei 25° C; 0.720 bei 50° C. Bei t° C: $d_{40} = 0.763 - 0.00086 t$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist im Mittel 2.40 Erg pro Grad.

Triisobutylamin: iso-(C₄H₉)₃N.

Temp. in ° C	Maximaldruck <i>H</i>		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-21	1.026	1367.9	24.5	0.797	926.2	6.27	4.61	38.6
0	0.982	1309.1	23.4	0.782	895.9	6.10	4.14	38.7
20.5	0.932	1243.1	22.2	0.767	861.0	5.90	3.73	38.9
35.3	0.894	1191.9	21.3	0.757	833.4	5.74	3.45	38.9
50.5	0.862	1149.2	20.5	0.745	810.6	5.61	3.21	39.8
65.5	0.825	1100.1	19.6	0.733	783.5	5.45	2.98	41.6
75.5	0.798	1063.9	18.9	0.725	761.1	5.32	2.83	41.6
90.3	0.758	1010.6	18.0	0.713	732.9	5.15	2.62	44.9
99.8	0.726	968.1	17.2	0.704	706.3	4.98	2.48	44.8
115.1	0.684	911.9	16.2	0.692	672.9	4.77	2.28	44.9
124.5	0.652	869.2	15.4	0.683	645.3	4.60	2.14	44.8
139	0.612	814.0	14.4	0.672	610.0	4.37	1.96	44.9
155.8	0.563	751.0	13.3	0.654	573.6	4.15	1.79	46.7
170	0.519	693.0	12.2	0.640	533.9	3.89	1.63	46.8
185	0.471	627.0	11.0	0.626	488.5	3.58	1.45	46.7

Molekulargewicht: 185.26.

Radius der Kapillare: 0.03636 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Amin siedet unter 754 mm Druck konstant bei 189° C. In einem Bade aus fester Kohlensäure und Alkohol erstarrt es und schmilzt dann bei -24° C. Beim Siedepunkt hat χ den Wert 10.6 Erg pro qcm.

Die Dichte wurde volumetrisch bestimmt: bei 0° C war sie 0.782; bei 25° C 0.764; bei 50° C 0.745. Bei t° C: $d_{40} = 0.782 - 0.0007 t - 0.0000008 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ wächst allmählich an: zwischen -21° C und 0° C ist er 1.44; zwischen 0° C und 100° C 1.86; zwischen 100° C und 185° C im Mittel 2.61 Erg pro Grad.

Tertiäres Butylamin: (CH₃)₃C · NH₂.

Temp. in ° C	Maximaldruck <i>H</i>		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-30	1.023	1364.0	22.5	0.747	477.8	6.14	1.85	47.3
-15	0.956	1274.5	21.0	0.732	452.0	5.85	1.66	47.3
0	0.884	1177.7	19.4	0.716	423.8	5.53	1.48	47.2
10	0.840	1120.2	18.4	0.706	405.7	5.32	1.37	47.3
20	0.797	1061.0	17.4	0.694	388.1	5.11	1.28	47.3
29.5	0.749	999.0	16.4	0.685	369.0	4.88	1.18	47.3
40.5	0.698	930.6	15.3	0.672	348.6	4.64	1.08	47.3

Molekulargewicht: 73.1.

Radius der Kapillare: 0.03343 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 757 mm Druck siedet das Amin bei 44° C. In einem Bade aus fester Kohlensäure und Alkohol erstarrt es bei -54° C zu einer weißen Kristallmasse. Beim Siedepunkt hat χ ca. den Wert 14.9 Erg pro qcm.

Bei 0° C war die Dichte 0.716; bei 25° C 0.689; bei 40° C 0.672. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 0.716 - 0.001048 t - 0.000001 t^2$.

Im Anfang (zwischen -30° und 0° C) ist $\frac{d\mu}{dt}$ ca. 1.85; dann im Mittel 1.25 Erg pro Grad.

Norm. Amylamin: $C_5H_{11} \cdot NH_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-21	0.861	1146.7	25.9	0.791	595.1	6.68	2.31	48.3
0	0.789	1054.7	24.1	0.770	563.5	6.38	2.04	48.4
25.5	0.730	973.2	21.9	0.746	523.2	5.99	1.75	48.5
41.2	0.669	895.3	20.4	0.731	494.0	5.69	1.58	46.8
55.5	0.641	858.1	19.2	0.718	470.5	5.45	1.45	46.8
70.9	0.601	800.7	17.9	0.705	444.1	5.18	1.31	45.4
85	0.568	762.1	17.0	0.692	427.0	5.01	1.22	45.6
99.8	0.526	701.1	15.6	0.681	396.0	4.67	1.09	45.4

Molekulargewicht: 87.11.

Radius der Kapillare: 0.04676 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet unter 762 mm Druck bei 103° C bis 104° C; sie wird bei -79° zu einem Aggregat farbloser Nadeln, die bei -38° C schmelzen.

Die Dichte wurde volumetrisch bestimmt; sie war bei 0° C: $d_{40} = 0.770$; bei 25° C 0.746; bei 50° C 0.723. Bei t° C: $d_{40} = 0.770 - 0.00098 t + 0.0000008 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist im Mittel 1.68 Erg pro Grad.

 Isoamylamin: iso- $C_5H_{11} \cdot NH_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-69	1.010	1346.5	30.9	0.840	682.1	7.50	3.20	52.3
-20.5	0.780	1042.0	25.9	0.791	595.1	6.68	2.30	52.4
0	0.779	1038.6	23.7	0.771	553.9	6.27	2.00	50.5
25.5	0.701	934.6	21.2	0.747	506.1	5.79	1.69	49.0
41.3	0.661	879.5	19.8	0.734	478.2	5.50	1.52	49.0
55.8	0.612	818.8	18.6	0.720	455.1	5.27	1.46	49.2
70.5	0.589	784.0	17.6	0.705	436.7	5.09	1.29	49.5
85.8	0.520	693.3	15.6	0.692	391.9	4.60	1.12	49.0

Molekulargewicht: 87.12.

Radius der Kapillare: 0.04676 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 761 mm Druck siedet das Amin bei 95° C bis 97° C; bei -72° C ist es noch dünnflüssig.

Die Dichte bei 0° C war 0.771; bei 25° C 0.747; bei 50° C 0.724. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 0.771 - 0.00098 t + 0.0000008 t^2$.

Der Koeffizient von μ schwankt um 1.88 Erg pro Grad.

Diisoamylamin: $[(\text{CH}_3)_2\text{CH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2]_2 \text{NH}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
* -20	0.838	1117.2	26.5	0.801	894.9	6.75	4.19	50.8
* 0	0.778	1037.4	24.6	0.784	842.7	6.40	3.68	50.8
29.9	0.698	930.6	21.7	0.760	759.0	5.82	3.02	44.7
48.8	0.647	862.6	20.1	0.746	711.7	5.50	2.68	44.6
65	0.612	816.4	19.0	0.732	681.3	5.29	2.46	44.4
80.8	0.578	770.3	17.9	0.721	648.4	5.06	2.25	44.4
104.5	0.518	690.8	16.0	0.705	588.3	4.63	1.93	43.6
124	0.475	633.3	14.6	0.691	544.0	4.31	1.71	43.6
151.5	0.413	550.6	12.6	0.675	476.9	3.81	1.41	41.0
178.5	0.354	471.9	10.8	0.659	415.4	3.34	1.16	41.1

Molekulargewicht: 157.19.

Radius der Kapillare: 0.04777 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04839 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet konstant bei 188° C und 760 mm Druck. In fester Kohlensäure und Alkohol kristallisiert das Amin und wird dann bei -44° C erst wieder flüssig. Beim Siedepunkt hat χ den Wert 10.2 Erg pro qcm.

Die Dichte wurde volumetrisch bestimmt: bei 0° C war sie 0.784; bei 25° C 0.764; bei 50° C 0.745. Bei t ° C: $d_{40} = 0.784 - 0.00084 t + 0.0000008 t^2$.

Der mittlere Temperaturkoeffizient von μ ist 2.37 Erg pro Grad.Tertiäres Amylamin: $(\text{CH}_3)_2(\text{C}_2\text{H}_5)\text{C} \cdot \text{NH}_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-70	1.252	1669.1	27.6	0.830	695.9	6.78	2.91	44.0
-19	1.101	1466.5	24.2	0.786	605.0	6.28	2.15	44.8
0	1.018	1357.2	22.4	0.756	554.7	6.04	1.93	45.3
9.5	0.983	1310.5	21.6	0.747	530.3	5.90	1.82	47.9
20	0.935	1245.1	20.5	0.736	498.2	5.68	1.69	47.7
29.3	0.895	1199.3	19.7	0.727	474.9	5.53	1.59	47.8
40.5	0.854	1138.5	18.7	0.716	446.3	5.33	1.48	52.9
50.5	0.812	1082.9	17.8	0.707	421.5	5.14	1.38	53.1
60	0.758	1011.0	16.6	0.697	383.0	4.86	1.27	52.9
70	0.709	945.2	15.5	0.688	344.9	4.59	1.17	52.9

Molekulargewicht: 87.11.

Radius der Kapillare: 0.03343 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 757 mm Druck siedet das Amin bei 76.5° C. Bei -78° C ist das Amin noch dünnflüssig, ohne jede Spur von eintretender Kristallisation. Beim Siedepunkt hat χ etwa den Wert 15.0 Erg pro qcm.

Die Dichte wurde volumetrisch bestimmt zu $d_{40} = 0.756$ bei 0° C; bei 25° C 0.731; bei 50° C 0.707. Bei t ° C: $d_{40} = 0.756 - 0.00102 t + 0.0000008 t^2$.

Von -70° C bis 50° C ist $\frac{d\mu}{dt}$ ziemlich konstant, und im Mittel 2.54 Erg pro Grad; über 50° steigt er bis ca. 3.9 Erg pro Grad.

Norm. Hexylamin: $C_6H_{13} \cdot NH_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häSION A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-18	1.171	1562.1	28.0	0.801	704.7	7.13	2.83	46.4
0	1.125	1499.8	26.9	0.785	686.2	6.99	2.59	46.6
20.4	1.058	1410.5	25.2	0.767	652.9	6.70	2.31	47.2
35.1	1.010	1347.6	24.1	0.754	631.5	6.52	2.14	48.7
50	0.956	1274.6	22.9	0.740	607.6	6.31	1.98	48.7
65	0.911	1215.6	21.7	0.725	583.7	6.10	1.83	46.7
74.8	0.884	1179.3	21.0	0.715	570.1	5.99	1.74	46.7
90.4	0.832	1109.2	19.8	0.700	545.2	5.77	1.60	54.7
99.8	0.795	1059.9	18.9	0.689	525.9	5.60	1.52	56.2
116	0.728	972.5	17.4	0.673	491.8	5.27	1.37	56.3
124.5	0.696	929.3	16.5	0.664	470.6	5.07	1.29	56.3

Molekulargewicht: 101.13.

Radius der Kapillare: 0.03636 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet bei 129° C bis 130° C unter einem Druck von 742 mm; sie erstarrt in fester Kohlensäure und Alkohol und schmilzt dann bei -19° C. Beim Siedepunkt hat χ den Wert 16.0 Erg pro qcm.

Die Dichte bei 0° C ist 0.7855; bei 25° C 0.763; bei 40° C 0.749. Bei t ° C:
 $d_{40} = 0.7855 - 0.00088 t - 0.0000008 t^2$.

Der Koeffizient von μ ist anfänglich klein: ca. 1.08 Erg zwischen -18° C und 0° C; dann steigt er zwischen 0° C und 75° C fast nicht und ist im Mittel 1.55 Erg pro Grad; über 75° C wächst er graduell von 2.05 Erg bis 2.50 Erg pro Grad an.

Isohexylamin: $(CH_3)_2CH \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot NH_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häSION A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-75	1.397	1862.5	30.8	0.840	751.0	7.48	3.82	46.4
-20.8	1.203	1603.8	26.5	0.798	668.6	6.77	2.72	45.7
0	1.126	1501.6	24.8	0.780	635.3	6.48	2.40	45.5
10	1.096	1461.2	24.1	0.771	622.2	6.38	2.28	45.6
20	1.074	1430.2	23.3	0.762	606.3	6.24	2.15	45.6
29.8	1.021	1359.7	22.5	0.754	589.5	6.09	2.03	45.5
40.5	0.991	1321.2	21.8	0.744	576.3	5.98	1.93	44.4
60	0.924	1231.9	20.3	0.724	546.5	5.72	1.74	44.3
70	0.894	1191.9	19.6	0.716	532.1	5.58	1.65	44.3
80	0.861	1148.6	18.9	0.707	516.9	5.45	1.56	44.7
90	0.828	1103.9	18.1	0.698	499.3	5.29	1.47	44.6
100	0.795	1059.9	17.4	0.686	485.6	5.17	1.40	44.6
110.2	0.765	1019.9	16.7	0.676	470.6	5.04	1.33	45.1
121	0.726	969.1	15.9	0.665	453.0	4.88	1.25	45.1

Molekulargewicht: 101.13.

Radius der Kapillare: 0.03343 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Amin siedet bei 123° C unter dem Druck von 751 mm. Selbst bei -79° C ist es noch dünnflüssig. Beim Siedepunkt hat χ etwa den Wert 15.8 Erg pro qcm.

Die Dichte wurde volumetrisch bestimmt; sie beträgt bei 0° C 0.780; bei 25° C 0.758; bei 50° C 0.735. Bei t ° C im allgemeinen:

$$d_{40} = 0.780 - 0.00086 t - 0.0000008 t^2$$

Der Temperaturkoeffizient von μ schwankt um einen Mittelwert von 1.51 Erg pro Grad.

Norm. Heptylamin: $C_7H_{15}NH_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-18.5	0.902	1202.4	27.5	0.804	752.8	6.97	3.16	46.8
0	0.857	1142.5	26.1	0.787	724.7	6.76	2.85	47.7
25.3	0.793	1057.2	24.1	0.765	681.9	6.42	2.48	47.7
41.5	0.744	993.0	22.7	0.750	650.9	6.17	2.26	47.5
56	0.714	950.8	21.5	0.737	623.7	5.95	2.08	47.5
70.9	0.663	886.2	20.3	0.723	596.4	5.73	1.92	47.5
84.5	0.634	845.2	19.1	0.711	567.5	5.48	1.76	47.3
100	0.607	809.2	18.3	0.697	551.0	5.35	1.61	48.6
*115.2	0.582	774.4	17.0	0.684	518.3	5.07	1.50	50.0
*130.8	0.545	723.8	15.7	0.669	485.8	4.79	1.36	50.0
*145.5	0.507	673.2	14.4	0.657	451.0	4.47	1.23	50.0

Molekulargewicht: 115.25.

Radius der Kapillare: 0.04676 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04529 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Amin siedet unter 761 mm Druck bei 152° C bis 154° C. Die Flüssigkeit läßt sich unterkühlen, wird aber fest in einem Bade von fester Kohlensäure und Alkohol; die farblose Kristallmasse schmilzt bei -18° C. Über 130° C fängt eine langsame Zersetzung an, sich bemerkbar zu machen.

Bei 0° C war die Dichte $d_{40} = 0.7875$; bei 25° C 0.7650; bei 40° C 0.7515. Bei t ° C kann dieselbe berechnet werden aus $d_{40} = 0.7875 - 0.0009 t$.

Der Temperaturkoeffizient von μ steigt graduell mit steigender Temperatur' zwischen -18° C und 0° C 1.52; zwischen 0° C und 25° C 1.69; zwischen 25° C und 71° C 1.87; zwischen 71° C und 145° C im Mittel ca. 1.96 Erg pro Grad.

Formamid: $HCO \cdot NH_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
*0	1.875	2499.7	59.6	1.167	596	10.41	1.72	86.9
29.9	1.806	2407.3	56.6	1.136	566	10.16	1.51	84.2
48.1	1.755	2340.3	55.1	1.120	551	10.03	1.41	84.3
65	1.702	2269.2	53.4	1.107	534	9.84	1.31	82.8
80.7	1.661	2214.8	52.1	1.094	521	9.71	1.24	82.9
104.5	1.598	2131.0	50.1	1.080	501	9.46	1.13	82.9
123.2	1.551	2068.2	48.6	1.071	486	9.25	1.05	83.1
152	1.460	1946.8	45.7	1.058	456	8.81	0.93	82.7

Molekulargewicht: 45.03.

Radius der Kapillare: 0.04777 cm;

bei der mit * vermerkten Beobachtung war er 0.04839 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet unter ca. 18 mm Druck bei 114° C. Im Kältemisch erstarrt sie zu einer weißen Kristallmasse, die bei -5° C schmilzt. Über 145° tritt eine allmähliche Zersetzung unter Gasentwicklung ein; dadurch fällt die Kurve schnell zur Temperaturachse hinab.

Die Dichte bei 25° C war 1.1412; bei 50° C 1.1187; bei 75° C 1.0994. Bei t ° C deshalb: $d_{40} = 1.1669 - 0.001092 t + 0.00000254 t^2$.

Wie beim Wasser, ist auch hier der Temperaturkoeffizient von μ auffällig klein: ca. 0.91 Erg pro Grad zwischen 0° C und 152° C.

Nitromethan: CH_3NO_2 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4°	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-21.5	1.279	1705.4	40.6	1.199	557.6	6.91	1.68	71.0
*0	1.202	1602.6	38.1	1.166	533.1	6.66	1.49	71.1
30.1	1.091	1454.8	34.3	1.123	492.1	6.23	1.25	71.0
46.3	1.026	1368.1	32.2	1.100	468.4	5.97	1.14	71.2
58.7	0.979	1306.0	30.8	1.086	451.9	5.78	1.06	71.9
86.2	0.868	1157.3	27.2	1.056	406.6	5.25	0.89	72.1
101.4	0.812	1082.9	25.4	1.040	383.6	4.98	0.81	72.2

Molekulargewicht: 61.03.

Radius der Kapillare: 0.04859 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04867 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Nitromethan siedet bei 102° C und 760 mm Druck. Es wird bei Abkühlung unterhalb -24° C fest und schmilzt dann bei -17° C; nach WALDEN wäre der Schmelzpunkt -26.5° C. Beim Siedepunkt ist χ ca. 25.3 Erg pro qcm.

Bei 15° C ist die Dichte 1.1437; bei 25° C 1.1297; bei 50° C 1.0970. Bei t° C im allgemeinen: $d_4^\circ = 1.1657 - 0.0015052 t + 0.00000263 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ steigt mit steigender Temperatur; er ist zwischen -21.5° C und 0° C 1.14; zwischen 0° C und 59° C im Mittel 1.88; zwischen 59° C und 101° C 1.58 Erg pro Grad.

Bromnitromethan: $\text{CH}_2(\text{NO}_2)\text{Br}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	
-18.5	1.512	2015.9	48.3
0	1.431	1907.2	45.7
25.7	1.337	1782.1	42.7
40.5	1.280	1707.0	40.9
55.5	1.227	1636.1	39.2
80	1.139	1519.2	36.4
92.2	1.105	1473.2	35.3
116	1.002	1335.6	32.0
*135.8	0.919	1224.8	28.6

Molekulargewicht: 140.00.

Radius der Kapillare: 0.04792 cm;

bei der mit * vermerkten Beobachtung war er 0.04670 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet unter 765 mm Druck bei 152.5° C; in einem Bade von fester Kohlensäure und Alkohol erstarrt sie bald zu einer harten Kristallmasse, die bei -28° C schmilzt.

Capronitril: $C_5H_{11}CN$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
* -22	0.903	1204.1	28.7	0.854	673.6	6.85	2.65	47.0
* 0	0.854	1138.3	27.1	0.835	645.6	6.62	2.35	50.0
29.9	0.781	1041.5	24.6	0.810	598.1	6.19	1.98	50.0
47.9	0.735	979.5	23.1	0.793	569.6	5.94	1.80	50.1
59.7	0.704	938.2	22.1	0.782	550.0	5.76	1.68	50.0
86	0.635	847.3	19.9	0.757	506.1	5.36	1.45	49.7
101.8	0.592	789.4	18.5	0.740	477.7	5.10	1.32	49.6
117.5	0.555	739.8	17.3	0.723	453.7	4.88	1.21	49.7
127.4	0.530	706.7	16.5	0.713	436.8	4.72	1.14	49.7
151.8	0.465	619.9	14.4	0.684	391.9	4.29	0.98	49.7

Molekulargewicht: 97.10.

Radius der Kapillare: 0.04839 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04867 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die sehr unangenehm riechende Flüssigkeit siedet konstant bei 157° C unter 762 mm Druck. In fester Kohlensäure und Alkohol erstarrt sie und schmilzt dann bei -45° C.

Die Dichte ist bei 24° C 0.8147; bei 50° C 0.7914; bei 75° C 0.7675. Bei $t^\circ C$: $d_{40} = 0.8347 - 0.000806 t - 0.0000012 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist von 0° C bis 127° C im Mittel ca. 1.68 Erg pro Grad, nachher wird er etwas größer (1.84).

Schwefelkohlenstoff: CS_2 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-77°	1.931	2574.4	44.3	1.398	636.5	6.46	2.45	73.8
-21	1.602	2146.0	36.8	1.323	548.6	5.67	1.71	71.8
0	1.483	1977.1	33.9	1.292	513.4	5.35	1.49	71.8
21.5	1.354	1805.1	30.9	1.262	475.3	4.99	1.29	70.4
40.9	1.245	1659.8	28.3	1.232	442.3	4.68	1.14	70.4

Molekulargewicht: 76.14.

Radius der Kapillare: 0.03489 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Schwefelkohlenstoff war mehrmals destilliert, mit Quecksilber während längerer Zeit geschüttelt und nach vollständiger Trocknung wieder einige Male im Stickstoffstrom fraktioniert. Die Flüssigkeit siedet konstant bei 46.8° C; nach TIMMERMANS schmilzt die Verbindung bei -111.6° C. Beim Siedepunkt ist χ 27.3 Erg pro qcm.

Die Dichte bei 0° C ist 1.2921; bei 20° C 1.261; bei 46° C 1.226. Bei $t^\circ C$ im allgemeinen: $d_{40} = 1.2921 - 0.00147 t$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist konstant und gleich 1.75 Erg pro Grad.

§ 33. Aliphatische Verbindungen; Beziehungen.

Soweit die Bestimmungen der Schmelzpunkte nicht selbst gemacht wurden, sind die bezüglichen Daten aus den Literaturangaben vervollständigt; die einschlägige Literatur ist unten angegeben.¹ Auf Grund sämtlicher Messungen ergeben sich folgende

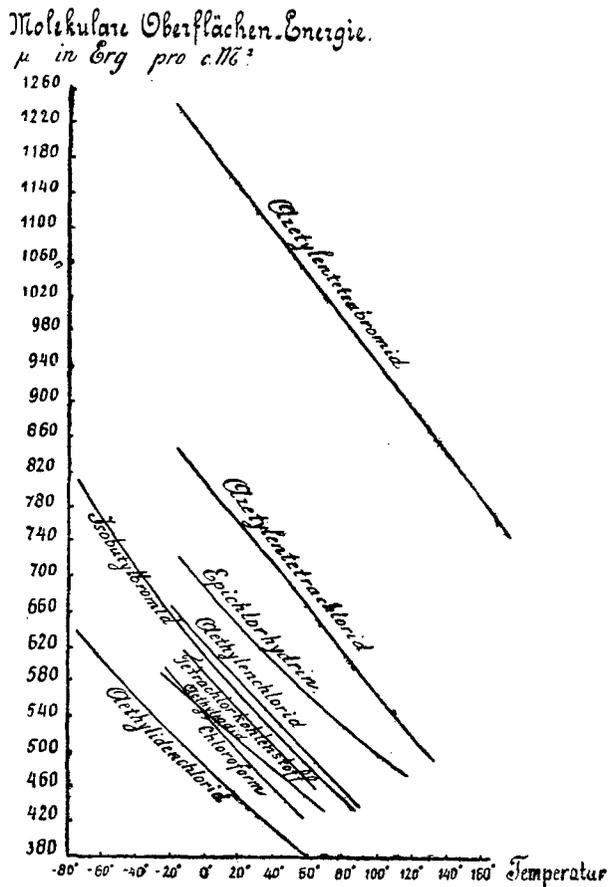


Fig. 13.

Resultate in bezug auf die gegenseitige Lage der $\mu - t$ -Kurven von im Substitutionsverband stehenden aliphatischen Molekülarten:

¹ Literatur über die Schmelzpunkte organischer Verbindungen, welche hier benutzt ist: J. TIMMERMANN, *Bull. de la Soc. Chim. belge* 25 (1911), 312, 316; 27(1913) 337, 339; A. TSAKALOTOS et PH. A. GUYE, *Journ. de Chim. phys.* 8(1910), 340; A. LADENBURG und KRÜGEL, *Ber. d. d. Chem. Ges.* 32 (1899), 1818; 33 (1900), 637; MASCARELLI et CONSTANTINO, *Atto R. Acad. d. Lincei* (5) 18, II (1909), 104; P. WALDEN, *Z. f. Phys. Chem.* 55 (1906) 216; 73 (1910) 260.

a) Halogenverbindungen (Fig. 13). — Von den acht hier untersuchten Verbindungen: Äthylidenchlorid, Äthylenchlorid, Acetylentetrachlorid, Acetylentetrabromid, Äthyljodid, Chloroform, Tetrachlorkohlenstoff und Isobutylbromid, wurden nur bei Acetylentetrabromid und -chlorid sowie bei Tetrachlorkohlenstoff und Chloroform die $\mu - t$ -Kurven als geradlinig gefunden; bei den übrigen waren dieselben schwach konkav.

Aus der Lage der Kurven in Fig. 13 ist ersichtlich, daß die beiden isomeren Körper $C_2H_4Cl_2$ stark verschiedene Werte μ bei denselben Temperaturen aufweisen; daß also die gelegentlich geäußerte Behauptung, als würden isomere Substanzen fast

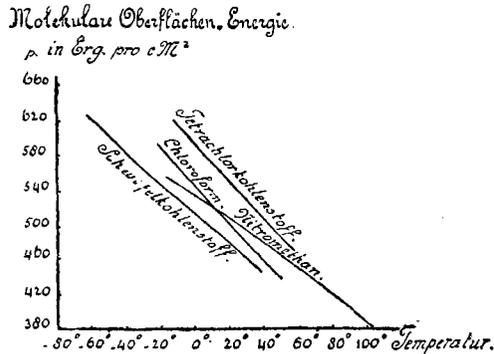


Fig. 14.

gleiche $\mu - t$ -Kurven besitzen, nicht zutrifft. Übrigens werden wir davon später noch andere Beispiele kennen lernen. Eine Vergleichung von Acetylentetrachlorid mit Acetylentetrabromid zeigt, daß bei steigendem Atomgewicht des Halogens die Werte von μ stark vergrößert werden. In Fig. 13 ist auch die später zu erörternde Kurve für Epichlorhydrin aufgenommen; der Temperaturkoeffizient dieser Substanz ist beträchtlich kleiner als für die anderen Derivate.

b) In Fig. 14 sind die $\mu - t$ -Kurven von einigen Verbindungen mit nur einem C-Atom, also von Substitutionsprodukten des Methans selbst, miteinander verglichen, namentlich von Chloroform, Nitromethan, Schwefelkohlenstoff und Tetrakohlenstoff. Für Nitromethan ist der Temperaturkoeffizient relativ niedrig.

c) Von den untersuchten Alkoholen sind die Kurven für Methyl-, Äthyl- und norm. Propylalkohol in Fig. 15 mit

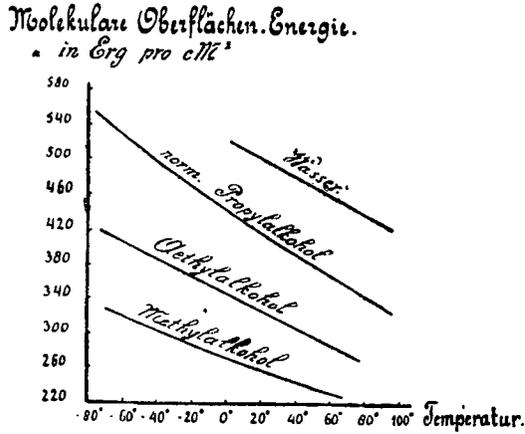


Fig. 15.

jener für das Wasser zusammengestellt. Bei den Alkoholen ist die Reihenfolge nach steigenden Werten von μ bei denselben Tem-

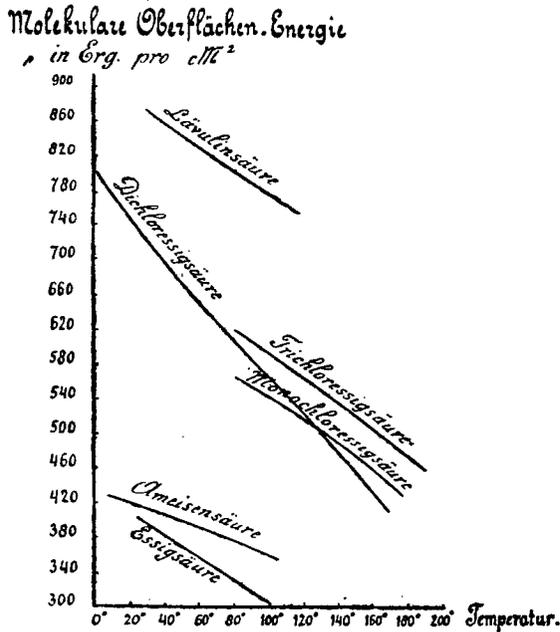


Fig. 16.

peraturen offenbar diejenige von steigendem Molekulargewicht, und dasselbe gilt von den bezüglichen Temperaturkoeffizienten.

d) Von den untersuchten Säuren: Essigsäure, Mono-, Di- und Trichloressigsäure, Ameisensäure und Lävulinsäure, gibt Fig. 16 eine Vorstellung. Die Dichloressigsäure nimmt in bezug auf die Größe von $\frac{d\mu}{dt}$ eine Ausnahmestellung ein insoweit, als die abnorm niedrigen Werte für den Temperaturkoeffizienten der molekularen Oberflächenenergie, welche auch von anderen Autoren gefunden ist, hierfür dem mehr normalen Werte von 2.3 Erg pro Grad Platz macht. Dagegen erhöht die Substitution von H

Molekulare Oberflächen-Energie.
in Erg pro cm^2

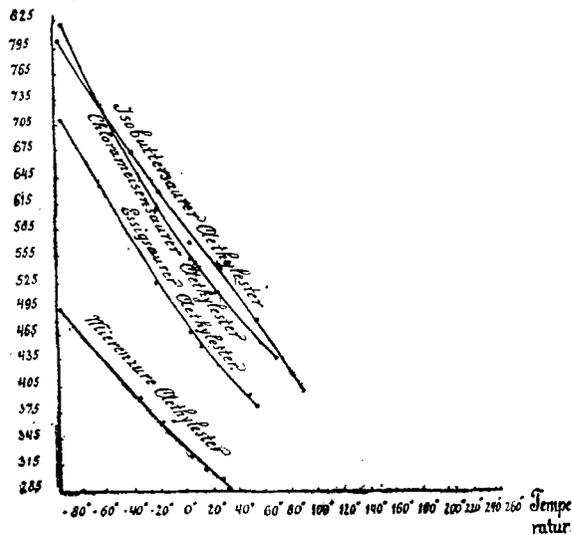


Fig. 17.

durch das elektronegative Chlor die Werte von μ regelmäßig. Auch bei der Ameisensäure ist $\frac{d\mu}{dt}$ abnormal gering: ca. 1.15 Erg pro Grad; und solches trifft auch zu für die Lävulinsäure mit ihren viel höheren μ -Werten.

e) Ester. — Von dem gegenseitigen Verhalten der Ester geben die Figg. 17 bis 20 Aufschluß. Fig. 17 bezieht sich auf den Äthylester von einbasischen Karbonsäuren; es ergibt sich, daß mit steigendem Kohlenstoffgehalt der Säuren sowie durch Substitution des Wasserstoffs durch Chlor eine regelmäßige Steigung der μ -Werte eintritt.

In Fig. 18 zeigt sich derselbe Einfluß, wenn man bei derselben Säure ein Alkoholradikal von größerem Kohlenstoffgehalt einführt. Die Kurve für den Amylester der Essigsäure liegt oberhalb derjenigen für den Äthylester, und dasselbe trifft zu für den Methyl-, Äthyl- und Isobutylester der Isobuttersäure.

Fig. 19 gibt eine Zusammenstellung der Resultate bei sechs cyanessigsäuren Estern; auch hier steigt μ ganz regelmäßig

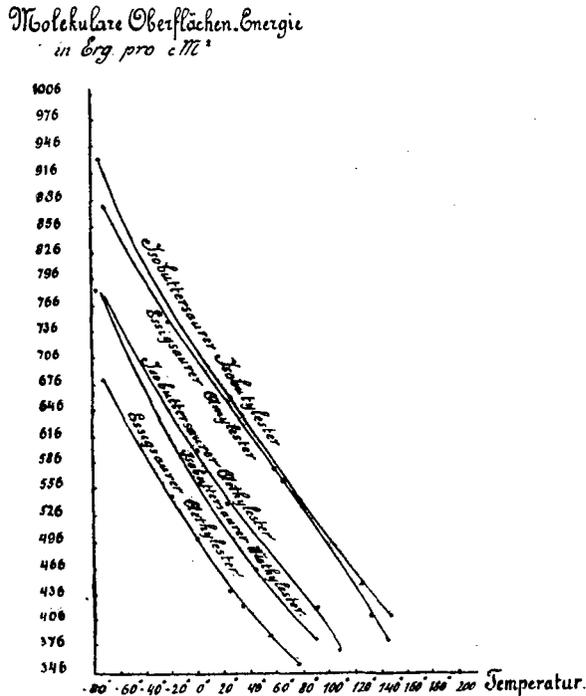


Fig. 18.

mit zunehmendem Kohlenstoffgehalt der bezüglichen Alkoholradikale. Als Besonderheit kann der abweichende Verlauf der $\mu - t$ -Kurve für den Isobutylester mit seiner verzweigten Kohlenstoffkette hervorgehoben werden.

Von den Triglyceriden der Fettsäuren, vom Triformin bis zum Tristearin, sind die bezüglichen Kurven nicht graphisch dargestellt. Aber auch hier läßt sich ganz allgemein sagen, daß die absoluten Werte von μ offenbar regelmäßig und ziemlich stark mit steigendem Kohlenstoffgehalt der Fettsäure zunehmen. Bei

den Estern der höheren Fettsäuren erhält man Werte, welche mit jenen der anorganischen Salze vergleichbar werden, was zweifelsohne in Zusammenhang steht mit der kolossalen Molekülgröße dieser Substanzen. Die Temperaturkoeffizienten von μ werden, mit Ausnahme des Triformins, mit steigendem Kohlenstoffgehalt der Säure auch regelmäßig größer. Die $\mu - t$ -Kurve für das Triolein liegt oberhalb derjenigen für Tristearin; offenbar ist die Ungesättigtheit der Säure die Ursache davon.

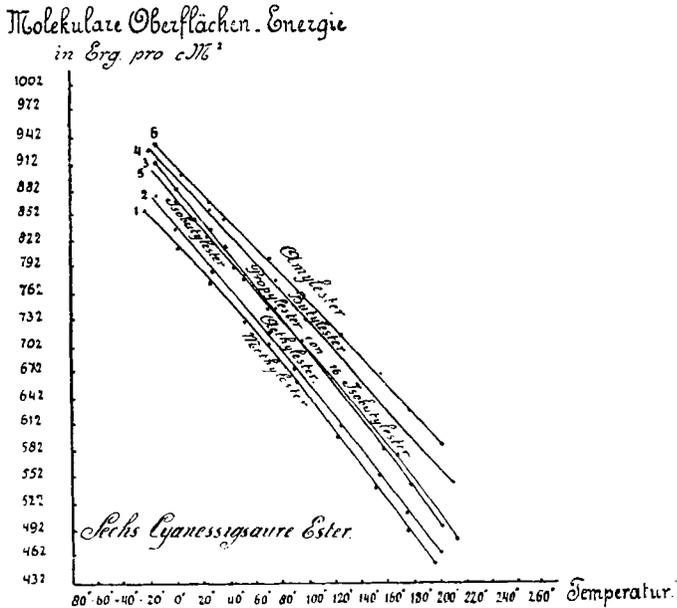


Fig. 19.

Endlich sind in der Fig. 20 die $\mu - t$ -Kurven einer Reihe von Estern von zweibasischen Säuren zusammengestellt. Auch hier ergibt sich dieselbe Regelmäßigkeit: die Kurve für den Äthylester der Oxalsäure liegt unterhalb jener für die Malonsäure und diese unterhalb jener für Bernsteinsäure. Der Eintritt von negativen Hydroxylgruppen an Stelle der H-Atome, wie in der Weinsäure, erhöht die μ -Werte ganz enorm, und dasselbe tritt ein, wenn die H-Atome durch das elektronegative Brom substituiert werden. Diese Tatsache hat sich auch in der Folge als allgemeingültig herausgestellt: immer werden die Werte von μ durch den Eintritt elektronegativer Elemente oder Atomgruppen an Stelle der positiven

H-Atome erheblich gesteigert. Abnormal ist es, daß die Kurve für den Dimethylester der Weinsäure oberhalb jener des Diäthylesters gelegen ist; auch der Temperaturkoeffizient ist beim Methylderivat niedriger.

f) Bei den Ketonen: Aceton und Methylpropylketon, tritt dieselbe Regelmäßigkeit aufs neue auf. Auch hier liegt die $\mu - t$ -Kurve für die Verbindung mit größerem Kohlenstoffgehalt

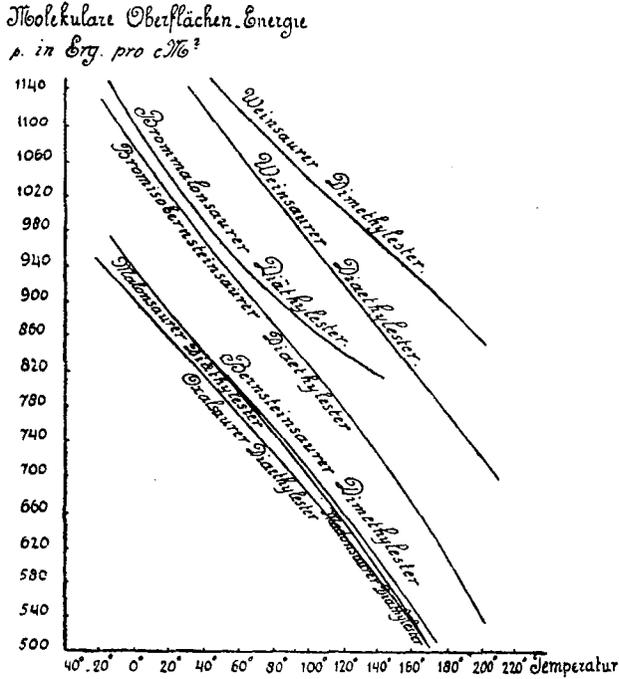


Fig. 20.

beträchtlich oberhalb jener für die Verbindung mit geringerem Molekulgewicht.

Wenn wir statt dieser Ketone solche nehmen, in welchen aromatische Radikale vorkommen (Acetophenon, Benzophenon usw.), dann wird μ noch größer, wie wir später sehen werden. Auch dabei offenbart sich der Einfluß des Eintrittes der Kohlenwasserstoffreste von stärker ungesättigtem Charakter, worauf oben schon hingewiesen wurde.

g) Amine und andere stickstoffhaltige Derivate. — Wir haben im vorhergehenden auch die Resultate mitgeteilt, welche

bei den Messungen an einer größeren Zahl von aliphatischen Aminen sowie am Formamid und am Capronitril erhalten wurden.

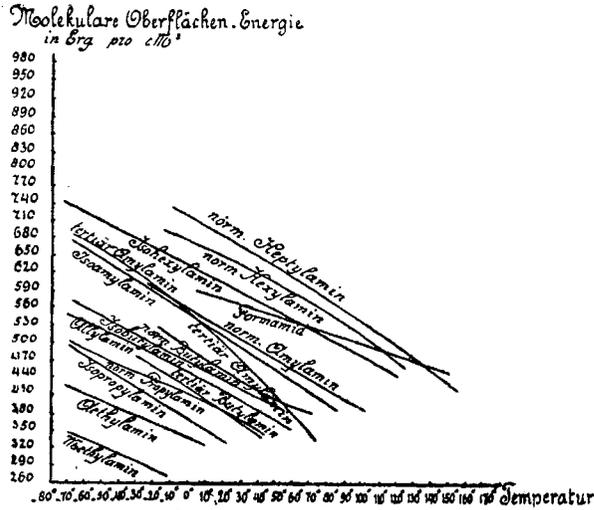


Fig. 21. Primäre Amine.

In den Figg. 21 bis 23 sind diese Resultate graphisch dargestellt worden, wobei die bezüglichen Kurven in Gruppen ein-

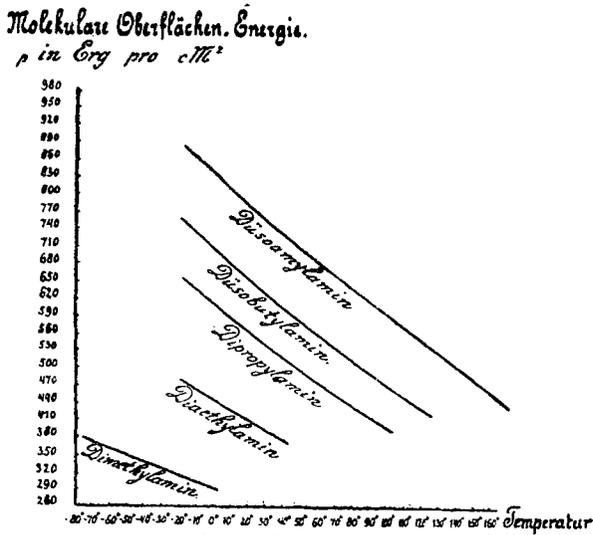


Fig. 22. Sekundäre Amine.

geteilt sind, welche sich beziehungsweise auf primäre, sekundäre und tertiäre Amine beziehen.

Es ist doch ganz deutlich, daß nur dann eine direkte Vergleichung der μ -Werte stattfinden kann, und daß in diesem Falle sich auch die allgemeingültige Regel aufs neue bewährt, namentlich, daß die μ -Werte mit zunehmendem Kohlenstoffgehalt dieser Ammoniakderivate regelmäßig ansteigen. Übrigens sind die Werte für $\frac{d\mu}{dt}$ bei diesen Körpern auffällig gering; in den meisten Fällen aber nähern sich die Werte für den Temperaturkoeffizienten mehr und mehr dem für organischen Verbindungen normalen Werte von 2.2 Erg, wenn der Kohlenstoffgehalt der Amine zunimmt, oder

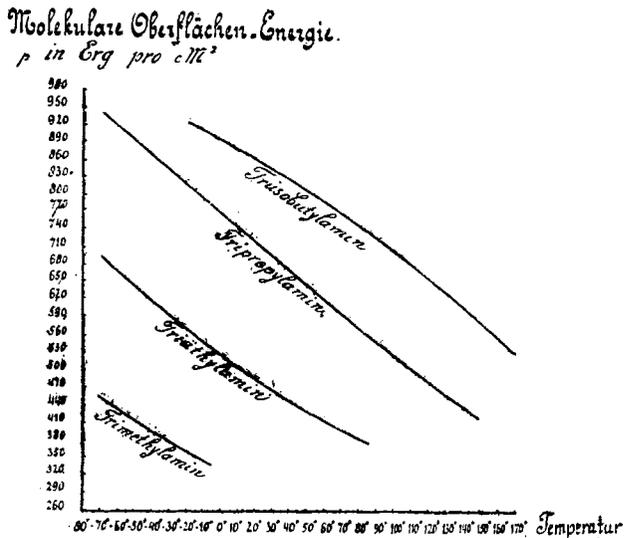


Fig. 23. Tertiäre Amine.

wenn man von den primären zu den sekundären bzw. zu den tertiären fortschreitet; es gibt hierbei nur einzelne Ausnahmen. Und am Ende erscheint auch hier der Einfluß des Eintrittes ungesättigter Kohlenwasserstoffreste in das Molekül erheblich größer und intensiver als derjenige von gesättigten Radikalen von gleicher Kohlenstoffzahl; wenn man die Werte für Allylamin mit jenen für Propyl- oder für Isopropylamin vergleicht, ist dies in die Augen springend. Schließlich ist noch zu bemerken, daß gänzlich allgemein bei analog konstituierten Aminen diejenigen mit normaler Kohlenstoffkette stets eine größere Oberflächenspannung bei derselben Temperatur zeigen als diejenigen mit verzweigten

Kohlenstoffketten; unter übrigens gleichen Umständen erscheint die Oberflächenenergie im allgemeinen desto niedriger, je nachdem die Kohlenstoffkette stärker verzweigt ist.

Unter diesen 16 Derivaten des Ammoniaks ist auch das Formamid aufgeführt. Obgleich die Substanz nur ein C-Atom besitzt, sind die Werte von μ hier offenbar sehr viel größer als z. B. bei Methylamin. Zweifelsohne ist dieses wieder auf Rechnung des stark elektronegativen Sauerstoffs sowie auf jene der Ungesättigkeit der Carbonylgruppe zu stellen. Die Werte von $\frac{d\mu}{dt}$ (ca. 0.89 Erg) sind außerordentlich klein — wie beim Wasser. Bekanntlich zeigt auch das Formamid, wie das Wasser selbst, als Lösungsmittel beträchtliche dissoziierende Kraft.

Auf weitere Beziehungen zwischen den kapillaren Konstanten dieser Substanzen und anderen bestimmenden Größen werden wir später ausführlicher berichten.

§ 34. Aromatische und zyklische Verbindungen.

Benzol: C_6H_6 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dyner						
5.4	1.077	1436.7	30.9	0.895	607.7	7.04	1.97	78.5
9.5	1.055	1406.5	30.2	0.889	596.6	6.93	1.91	75.4
25.1	0.969	1291.9	27.7	0.873	553.8	6.47	1.69	69.7
35.1	0.920	1226.5	26.3	0.862	530.3	6.22	1.58	64.8
55	0.836	1114.6	23.8	0.841	487.8	5.77	1.37	60.5
74.6	0.757	1009.2	21.6	0.817	451.4	5.39	1.21	60.4

Molekulargewicht: 78.05.

Radius der Kapillare: 0.04385 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Siedepunkt unter Atmosphärendruck ist 80.5° C; bei dieser Temperatur war $\chi = 20.7$ Erg pro qcm.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen 5.4° und 25.1°	2.73
„ 25° „ 55°	2.20
„ 55° „ 74.6°	1.85

Cyclohexan: C_6H_{12} .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
9	0.830	1106.8	28.3	0.788	636.7	7.32	2.18	76.5
19	0.785	1046.5	26.7	0.778	605.9	7.00	2.02	76.6
24.6	0.755	1007.6	25.7	0.773	585.7	6.78	1.92	76.0
40	0.682	909.2	23.1	0.768	529.2	6.13	1.65	72.2
58	0.601	801.2	20.3	0.744	474.6	5.56	1.41	72.3
70	0.548	730.6	18.4	0.732	434.9	5.13	1.26	69.9
80	0.504	671.6	16.9	0.723	402.7	4.77	1.14	69.9

Molekulargewicht: **84.1.**

Radius der Kapillare: 0.05240 cm bei 15° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet konstant bei 80.7° C; sie erstarrt bei 0° C und schmilzt dann bei +8° C. Beim Siedepunkt hat χ den Wert **16.4** Erg pro qcm.

Die Dichte bei 25° C ist 0.7733; bei 35° C 0.7645; bei 50° C 0.7515. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 0.7958 - 0.000913 t + 0.00000053 t^2$.

Der Wert von $\frac{d\mu}{dt}$ für diese Substanz ist auffällig groß: er ergibt sich zwischen 9° C und 80° C zu **3.22**. Die $\mu - t$ -Kurve ist dabei fast eine gerade Linie.

Toluol: $CH_3 \cdot C_6H_5$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-71	1.385	1846.5	43.7	0.956	918.1	9.32	4.25	81.7
-21	1.090	1453.2	34.3	0.905	747.6	7.73	2.82	66.8
0	1.006	1340.8	31.6	0.884	699.5	7.29	2.46	65.2
26	0.906	1207.6	28.4	0.860	640.3	6.73	2.07	64.3
46	0.831	1107.6	26.0	0.841	595.0	6.30	1.82	63.3
66.6	0.756	1007.7	23.6	0.823	547.9	5.85	1.58	57.9
86.5	0.693	924.4	21.6	0.803	509.7	5.48	1.40	54.7
106	0.637	849.5	19.8	0.783	475.2	5.16	1.25	54.7

Molekulargewicht: **92.06.**

Radius der Kapillare: 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Aller Toluol des Handels zeigte bei -22° C und -79° C stets eine Trübung und geringe Abscheidung fester Substanz. Das hier benutzte sehr reine Präparat wurde durch Destillation von reinstem Phenyllessigsäurem Calcium und sorgfältige Trocknung mittels Phosphorpentoxyd hergestellt. Es siedet bei 109.4° C und bleibt bis -22° C klar; bei -79° C opalisiert es aber (wie z. B. auch Pseudocumol) doch noch, und nach TRIMMERMANS liegt der Schmelzpunkt bei -94.5° C. Beim Siedepunkt ist χ - **19.5** Erg pro qcm.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen -71° und -21°	3.40
„ -21° „ 66.6°	2.47
„ 67° „ 86.5°	1.90
„ 86.5° „ 109°	1.76

Para-Xylol: $(\text{CH}_3)_{(3)}\text{C}_6\text{H}_4 \cdot (\text{CH}_3)_{(4)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dyner						
25.7	0.928	1236.7	29.1	0.857	723.3	6.92	2.46	64.6
45.9	0.853	1137.2	26.7	0.839	672.6	6.49	2.16	62.7
66	0.774	1031.9	24.2	0.821	618.5	6.01	1.88	62.5
86.5	0.709	945.2	22.1	0.802	573.7	5.62	1.66	59.1
106	0.648	863.9	20.1	0.784	529.8	5.23	1.46	50.4
126	0.597	794.6	18.5	0.766	495.2	4.93	1.31	50.4

Molekulargewicht: 106.08.

Radius der Kapillare: 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet unter Atmosphärendruck bei 136.2° C und schmilzt bei 15° C. Beim Siedepunkt ist χ ca. 18.1 Erg pro qcm.

Die Dichte bei 20° C ergab sich zu $d_{40} = 0.8611$.

Temperaturkoeffizient von μ .		Wert von $\frac{d\mu}{dt}$
Temperaturtrajekt:		
Zwischen 25.5° und 45°		2.53
„ 45° „ 86°		2.43
„ 86° „ 106°		2.21
„ 106° „ 126°		1.71

Mesitylen: $(\text{CH}_3)_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_3 \cdot (1-3-5)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dyner						
-20.8	1.141	1521.1	32.6	0.897	853.2	7.41	3.53	60.6
0	1.061	1415.4	30.3	0.880	803.2	7.02	3.09	58.1
25.5	0.972	1296.0	27.7	0.859	746.2	6.58	2.65	56.6
45.2	0.907	1208.7	25.8	0.843	703.8	6.24	2.36	56.7
74.7	0.807	1075.4	22.9	0.818	637.3	5.71	1.97	54.2
91.3	0.755	1006.4	21.4	0.804	602.5	5.43	1.79	52.7
110	0.700	933.0	19.8	0.788	565.0	5.12	1.61	51.2
134.5	0.631	841.0	17.8	0.768	516.7	4.73	1.39	50.8
150.5	0.585	781.2	16.5	0.754	484.8	4.46	1.27	46.1
160.5	0.562	749.3	15.8	0.741	469.7	4.35	1.20	46.1

Molekulargewicht: 120.1.

Radius der Kapillare: 0.04352 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet unter Atmosphärendruck konstant bei 162.8 C. Bei -46° C erstarrt sie zu einer aus langen Nadeln bestehenden Kristallmasse; nach LADENBURGS Angabe wäre der Schmelzpunkt -57.5° C.

Temperaturkoeffizient von μ .		Wert von $\frac{d\mu}{dt}$
Temperaturtrajekt:		
Zwischen -20.8° und 0°		2.40
„ 0° „ 75°		2.20
„ 75° „ 110°		2.06
„ 110° „ 150°		1.97

Pseudocumol: $(\text{CH}_3)_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_5(1-2-4-)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-21	1.084	1444.9	34.1	0.910	883.9	7.64	3.64	54.5
0	1.031	1374.1	32.4	0.893	850.5	7.40	3.26	59.2
26	0.953	1270.1	29.9	0.871	798.0	7.00	2.81	59.2
46	0.890	1186.8	27.9	0.855	753.9	6.65	2.50	59.2
66.5	0.828	1103.5	25.9	0.839	708.8	6.30	2.23	55.1
86.5	0.768	1024.4	24.0	0.823	665.2	5.95	1.99	54.9
105	0.725	966.1	22.6	0.807	634.7	5.71	1.81	59.6
125	0.656	874.5	20.4	0.792	580.1	5.25	1.58	59.4
145.9	0.600	799.5	18.6	0.776	536.2	4.89	1.40	68.4
166	0.525	699.6	16.2	0.760	473.5	4.35	1.19	68.4

Molekulargewicht: 120.1.

Radius der Kapillare: 0.04803 cm

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet bei 168.5 C konstant. Bei -79°C wird sie fest und schmilzt dann bei -60.5°C . Beim Siedepunkt ist χ 15.8 Erg pro qcm.

 Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen -21° und 0°	1.60
„ 0° „ 26°	2.00
„ 26° „ 146°	2.18
„ 146° „ 166°	3.0

 Triphenylmethan: $\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
138.4	1.074	1432.4	33.7	0.984	1330.5	6.98	4.14	54.7
156	1.044	1391.9	32.7	0.971	1302.6	6.89	3.92	75.7
171	0.999	1332.5	31.3	0.959	1257.1	6.66	3.66	87.2
194	0.909	1211.9	28.4	0.942	1154.4	6.15	3.21	90.5
212	0.833	1110.5	26.0	0.928	1067.4	5.71	2.88	90.5

Molekulargewicht: 244.11.

Radius der Kapillare: 0.4803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Schmelzpunkt der Substanz ist 92°C ; sie kristallisiert so schnell, daß es kaum möglich ist, dieselbe in unterkühltem Zustande zu halten. Über 165°C beginnt eine langsame Zersetzung, wodurch schließlich die Flüssigkeit braun gefärbt wird.

Mittels der hydrostatischen Wage wurde die Dichte bestimmt: bei 95°C ist $d_{40} = 1.017$; bei 100°C 1,013; bei 125°C 0.994; bei 150°C 0.975. Bei $t^\circ\text{C}$ ist sie $d_{40} = 1,013 - 0.00076(t - 100)$.

 Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen 138.4° und 156°	1.59
„ 156° „ 171°	3.03
„ 171° „ 194°	4.46
„ 194° „ 212°	4.83

Nitrobenzol: $C_6H_5(NO_2)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$A^2 M$ T	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
5	1.538	2050.5	44.4	1.215	964.7	7.45	3.30	68.9
26.6	1.473	1965.8	42.5	1.197	932.7	7.24	2.97	71.3
34.9	1.448	1930.5	41.7	1.190	918.7	7.14	2.86	75.0
55.3	1.371	1827.8	39.5	1.171	879.7	6.88	2.58	75.6
70.8	1.314	1751.8	37.8	1.156	849.0	6.67	2.39	77.7
100	1.198	1596.0	34.4	1.125	786.8	6.24	2.06	77.7
110	1.156	1541.6	33.2	1.115	763.9	6.07	1.95	77.6
126	1.089	1459.8	31.4	1.097	730.4	5.84	1.80	79.7
145.5	1.014	1351.9	29.0	1.075	683.7	5.50	1.62	79.6
172.5	0.903	1204.0	25.8	1.042	621.0	5.05	1.40	79.7

Molekulargewicht: **123.06.**

Radius der Kapillare: 0.04385 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Nitrobenzol war sorgfältigst getrocknet, mehrmals ausgefroren und destilliert; es siedet konstant bei 209° C. Beim Siedepunkt ist $\chi = 21.2$ Erg pro qcm. Bei 0° C wurde es gänzlich fest; das spezifische Gewicht bei 25° C ergab sich zu $d_{40} = 1.1988$.

Temperaturkoeffizient von μ .		Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Temperaturtrajekt:		
Zwischen	5° und 35°	1.53
„	35° „ 71°	1.93
„	71° „ 110°	2.16
„	110° „ 145°	2.25
„	145° „ 173°	2.31

ortho-Dinitrobenzol: $1\text{-}2\text{-}C_6H_4(NO_2)_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$A^2 M$ T	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
126	1.279	1705.0	38.4	1.305	979.2	6.00	2.53	81.1
140	1.230	1639.8	36.9	1.291	947.8	5.83	2.37	72.8
155	1.183	1580.0	35.6	1.276	923.4	5.69	2.23	72.8
176	1.125	1499.8	33.6	1.259	877.6	5.44	2.04	72.7
194.4	1.082	1442.5	32.3	1.245	849.9	5.29	1.90	73.0
209.1	1.034	1378.4	30.9	1.235	817.5	5.22	1.82	72.8

Molekulargewicht: **168.05.**

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 30 mm Druck siedet die Substanz bei 194° C; der Schmelzpunkt war 117° C.

Bei 120° C ist die Dichte 1.3119; bei 140° C 1.2915; bei 160° C 1.2737. Bei t ° C im allgemeinen: $d_{40} = 1.3349 - 0.001215(t - 100) + 0.00000325(t - 100)^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ schwankt etwas um einen Mittelwert von 1.95 Erg pro Grad.

Meta-Dinitrobenzol: $C_6H_4(NO_2)_{2(1,3)}$.

Temp. in °C	Maximaldruck <i>H</i> in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^0	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
94.8	1.410	1880.3	42.3	1.361	1048.9	6.34	2.90	80.6
114.9	1.342	1788.9	40.2	1.340	1007.2	6.12	2.65	79.0
136	1.264	1688.5	38.1	1.316	966.1	5.90	2.43	77.4
155	1.209	1611.7	36.1	1.295	925.3	5.68	2.23	77.2
175.5	1.149	1532.1	34.3	1.271	890.3	5.50	2.06	74.2
191.2	1.103	1471.2	32.9	1.248	864.5	5.38	1.95	71.4
204.5	1.069	1425.0	31.8	1.235	841.4	5.25	1.85	71.4

Molekulargewicht: 168.05.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Substanz siedet unter 756 mm Druck bei 291° C und schmilzt bei 91° C.

Bei 120° C ist die Dichte 1.3349; bei 140° C 1.3149; bei 160° C 1.2957.

Bei $t^\circ C$: $d_4^0 = 1.3557 - 0.00106(t - 100^\circ) - 0.000001(t - 100^\circ)^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist anfänglich 2.05 Erg, später 1.71 Erg pro Grad.

* Para-Dinitrobenzol: 1-4. $C_6H_4(NO_2)_2$.

Temp. in °C	Maximaldruck <i>H</i> in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm
176.2	1.139	1518.5	34.4
196.5	1.080	1439.8	32.6
210	1.043	1391.0	31.5
226	1.007	1342.5	30.4

Molekulargewicht: 168.05.

Radius der Kapillare: 0.04529 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung schmilzt bei 172° C; sie sublimiert schon bald merklich.

Meta-Fluornitrobenzol: $C_6H_4(NO_2)_{(1)}F_{(3)}$.

Temp. in °C	Maximaldruck <i>H</i> in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^0	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
*0	1.274	1698.7	40.1	1.348	890.4	6.07	3.13	67.7
29.9	1.193	1590.9	37.1	1.314	837.9	5.76	2.68	67.7
47.8	1.137	1515.6	35.3	1.293	805.9	5.57	2.45	67.7
64.5	1.083	1444.4	33.6	1.274	774.7	5.38	2.25	66.0
80.8	1.031	1374.5	32.1	1.256	747.2	5.21	2.08	66.1
104.5	0.961	1281.1	29.7	1.232	700.3	4.92	1.84	63.7
122	0.914	1218.3	28.2	1.215	671.1	4.73	1.69	63.8
151.5	0.822	1095.9	25.4	1.187	613.9	4.36	1.45	62.8
178	0.741	988.0	22.8	1.160	559.6	4.01	1.25	62.5
196	0.697	929.4	21.4	1.145	529.8	3.81	1.15	62.7

Molekulargewicht: 141.04.

Radius der Kapillare: 0.04777 cm;

bei der mit * vermerkten Beobachtung war er 0.04839 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet unter 760 mm Druck bei 197.5° C; sie erstarrt beim Abkühlen bald und schmilzt dann bei -1° C. Beim Siedepunkt ist χ ca. 21.2 Erg pro qcm.

Die Dichte bei 25° C war 1.3189; bei 50° C 1.2905; bei 75° C 1.2632. Im allgemeinen bei t° C: $d_{40} = 1.3484 - 0.001202 t + 0.00000088 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ schwankt um den Mittelwert 1.82 Erg p. Grad.

Para-Fluornitrobenzol: $C_6H_4F(NO_2)_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$A^2 M$ T	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
24.5	1.284	1711.7	38.4	1.325	862.5	5.91	2.80	75.0
31	1.269	1689.0	37.6	1.319	847.1	5.81	2.70	72.0
46.8	1.201	1601.1	35.9	1.301	816.2	5.63	2.48	72.0
60.4	1.149	1531.8	34.3	1.288	785.1	5.43	2.30	70.6
74.2	1.096	1461.2	32.8	1.270	757.8	5.27	2.14	69.3
89.3	1.050	1399.8	31.3	1.254	729.3	5.09	1.98	69.3
110	0.968	1292.8	29.0	1.229	684.4	4.81	1.77	68.4
124	0.931	1240.5	27.7	1.213	659.9	4.66	1.65	68.6
140.3	0.868	1157.8	25.9	1.193	623.9	4.43	1.51	68.5
156	0.805	1076.0	24.3	1.172	592.3	4.23	1.39	68.5
174.5	0.747	996.6	22.3	1.152	549.8	3.95	1.24	67.9
194.1	0.688	913.4	20.3	1.125	508.5	3.68	1.11	67.9

Molekulargewicht: 141.04.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Substanz siedet unter 755 mm Druck bei 203.5° C; sie schmilzt bei 26.5° C. Der Wert von χ bei der Siedetemperatur ist 19.3 Erg pro qcm.

Die Dichte bei 30° C war 1.3204; bei 50° C 1.2986; bei 75° C 1.2691. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 1.3509 - 0.0010275 t - 0.00000078 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist im Mittel 2.09 Erg pro Grad.

Chlorbenzol: C_6H_5Cl .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$A^2 M$ T	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-16	1.252	1668.8	38.0	1.144	809.6	6.78	2.97	70.1
0	1.184	1578.3	35.9	1.128	772.1	6.49	2.68	70.0
**25	1.143	1524.5	32.9	1.101	719.1	6.09	2.30	71.6
**35	1.099	1465.5	31.6	1.090	695.3	5.91	2.16	72.6
50	0.980	1306.6	29.6	1.073	658.1	5.63	1.96	72.2
70.5	0.893	1190.2	26.9	1.051	606.4	5.22	1.71	71.9
90	0.805	1074.0	24.2	1.029	553.3	4.80	1.49	71.8
*102	0.807	1075.4	22.7	1.016	523.4	4.56	1.37	71.5
*114.5	0.751	1001.8	21.1	1.003	490.7	4.29	1.25	71.5
*122	0.717	955.9	20.1	0.995	470.0	4.12	1.17	71.5

Molekulargewicht: 112.50. Radius der Kapillare: 0.04638 cm; bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04352 cm, bei den mit ** vermerkten: 0.04408 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Substanz siedet konstant bei 131° C; bei -34.5° C ist sie gänzlich kristallinisch, während nach TIMMERMAN'S der Schmelzpunkt bei -45° C liegen würde.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen -16° und +25°	2.79
„ 25° „ 50°	2.42
„ 50° „ 122°	2.60

Meta-Dichlorbenzol: $C_6H_4Cl_2(1-3-)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-22	1.433	1910.3	41.6	1.332	956.8	6.37	3.73	77.0
0	1.328	1770.6	38.5	1.309	895.9	6.00	3.23	70.2
25	1.230	1640.0	35.6	1.282	840.0	5.66	2.79	68.7
44.9	1.156	1540.9	33.4	1.260	797.9	5.41	2.50	67.4
71	1.061	1414.7	30.6	1.230	742.2	5.07	2.17	65.7
90.7	0.993	1324.6	28.6	1.213	700.2	4.81	1.94	62.4
116.4	0.912	1216.5	26.2	1.185	651.5	4.51	1.70	58.1
136	0.858	1144.4	24.6	1.164	619.0	4.31	1.55	55.3
*160	0.737	982.7	22.8	1.138	582.4	4.09	1.39	55.3

Molekulargewicht: 146.93.

Radius der Kapillare: 0.04439 cm;

bei der mit * vermerkten Beobachtung war er 0.04803 cm.

Eintauchtiefe 0.1 mm.

Der Siedepunkt war konstant 172° C unter Atmosphärendruck. Die Flüssigkeit kann stark unterkühlt werden; wenn fest, schmilzt die Substanz wieder bei -19° C. Beim Siedepunkt ist $\chi = 22.2$ Erg pro qcm.

 Die Dichte bei 25° C ist $d_{40} = 1.2824$; bei 50° C 1.2543; bei 75° C 1.2253.

 Bei t° C: $d_{40} = 1.3096 - 0.00107 t - 0.00000072 t^2$.

 Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:

Zwischen -22° und 0°

„ 0° „ 25°

„ 25° „ 91°

„ 91° „ 117°

„ 117° „ 136°

„ 136° „ 160°

 Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:

2.79

2.23

2.11

1.88

1.64

1.51

 Para-Dichlorbenzol: 1-4- $C_6H_4Cl_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
60.3	0.972	1294.7	29.4	1.242	708.6	4.83	2.13	59.4
82.6	0.903	1204.4	27.4	1.218	669.0	4.59	1.90	59.1
95.1	0.872	1161.3	26.3	1.205	646.8	4.45	1.78	59.0
114	0.816	1087.9	24.6	1.185	611.7	4.23	1.61	58.7
120.4	0.768	1024.0	23.1	1.168	580.0	4.03	1.47	58.6
144.5	0.727	970.0	21.9	1.153	554.6	3.87	1.36	56.1
166.5	0.671	894.6	20.1	1.130	515.9	3.63	1.21	56.1

Molekulargewicht: 146.95.

Radius der Kapillare: 0.4660 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Para-Dichlorbenzol siedet unter 755 mm Druck bei 173.5° und schmilzt bei 52° C.

Bei 75° war die Dichte 1.2261; bei 100° C 1.1983; bei 125° C 1.1697.

 Bei t° C: $d_{40} = 1.2531 - 0.001064 (t - 50^\circ) - 0.00000064 (t - 50^\circ)^2$.

 Der Temperaturkoeffizient von μ ist konstant: 1.83 Erg pro Grad.

Ortho-Chlornitrobenzol: $C_6H_4Cl_{(1)}(NO_2)_{(2)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
31.2	1.387	1849.8	41.6	1.355	990.8	6.26	3.24	76.6
46	1.330	1777.5	39.9	1.340	957.4	6.07	3.00	75.0
61.2	1.279	1706.2	38.3	1.323	926.9	5.90	2.78	75.1
73.5	1.227	1638.7	36.9	1.304	901.6	5.77	2.62	75.0
89	1.176	1567.8	35.1	1.285	866.1	5.57	2.42	74.9
110	1.102	1470.2	32.9	1.270	818.2	5.28	2.17	71.6
124	1.056	1408.4	31.5	1.256	789.2	5.11	2.08	71.6
140	0.999	1330.9	29.6	1.237	749.1	4.88	1.86	71.3
155.5	-0.960	1277.5	28.3	1.222	722.1	4.72	1.74	65.6
175	0.877	1171.0	26.1	1.199	674.5	4.44	1.56	65.1
194.5	0.824	1098.5	24.3	1.177	635.7	4.21	1.42	65.0
209.1	0.797	1062.0	23.5	1.159	621.2	4.14	1.35	65.4

Molekulargewicht: 157.50.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet unter 755 mm Druck bei 241° C und schmilzt bei 33° C.

Die Dichte bei 75° C war 1.3083; bei 100° C 1.2812; bei 125° C 1.2536. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 1.3866 - 0.001014 t - 0.0000004 t^2$.

Bis 195° C ist der Temperaturkoeffizient von μ ziemlich konstant: 2.16 Erg pro Grad.

Meta-Chlornitrobenzol: $C_6H_4Cl_{(1)}(NO_2)_{(3)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
46.3	1.312	1749.7	39.3	1.339	943.4	5.99	2.95	77.6
60.5	1.258	1675.9	37.6	1.327	908.1	5.78	2.73	73.6
74.8	1.206	1608.4	36.1	1.308	880.3	5.63	2.55	73.7
90.3	1.148	1535.2	34.4	1.291	846.2	5.44	2.36	72.9
110	1.082	1442.4	32.2	1.272	799.9	5.16	2.12	72.8
124	1.037	1382.5	30.8	1.256	771.6	5.00	1.95	70.5
140.3	0.979	1304.4	29.2	1.237	739.0	4.81	1.80	70.5
155.2	0.928	1240.8	27.7	1.219	708.0	4.63	1.70	70.5
175.2	0.858	1147.0	25.7	1.194	666.0	4.39	1.54	64.2
194.2	0.806	1075.0	23.8	1.172	624.0	4.14	1.40	64.0
209.2	0.770	1026.6	22.7	1.154	601.7	4.01	1.31	64.2

Molekulargewicht: 157.50.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet unter 756 mm Druck bei 236° C; sie schmilzt bei 44.5° C.

Bei 75° C war die Dichte 1.3082; bei 100° C 1.2816; bei 125° C 1.2536. Bei t° im allgemeinen: $d_{40} = 1.3788 - 0.00086 t - 0.00000112 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ zwischen 46° C und 194° C ist ziemlich konstant und im Mittel gleich 2.19 Erg pro Grad.

Para-Chlornitrobenzol: $C_6H_4Cl_{(1)}(NO_2)_{(4)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häasion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
90	1.147	1529.1	34.3	1.293	842.8	5.41	2.35	70.6
110	1.080	1439.8	32.3	1.272	802.4	5.18	2.13	67.9
125	1.029	1374.0	30.9	1.256	774.1	5.02	1.99	66.7
139.9	0.992	1322.0	29.6	1.242	747.2	4.86	1.85	66.8
155	0.937	1252.6	28.2	1.225	718.3	4.70	1.73	66.3
175.2	0.882	1177.6	26.4	1.204	680.3	4.47	1.57	64.9
194.4	0.835	1113.2	24.8	1.184	646.2	4.27	1.44	65.0
209.2	0.795	1059.9	23.5	1.169	617.6	4.10	1.34	65.0

Molekulargewicht: 157.50.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Substanz siedet unter 756 mm Druck bei 234° C; sie schmilzt bei 83.5° C.

Bei 85° C ist die Dichte 1.2998; bei 110° C 1.2722; bei 135° C 1.2457. Im allgemeinen bei $t^\circ C$: $d_{40} = 1.3285 - 0.00117 (t - 60) + 0.00000088 (t - 60)^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant und hat einen Wert von ca. 1.88 Erg pro Grad.

1-2-4-Chlordinitrobenzol: $C_6H_3Cl_{(1)}(NO_2)_{2(2,4)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häasion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
60.4	1.517	2021.3	45.5	1.515	1189.5	6.12	3.72	77.5
76.2	1.468	1954.8	43.9	1.497	1156.8	5.98	3.47	77.4
95	1.416	1884.4	42.2	1.477	1122.1	5.83	3.21	77.5
114	1.343	1791.0	40.4	1.455	1085.0	5.66	2.96	78.3
136	1.278	1703.8	38.3	1.432	1039.6	5.46	2.70	78.4
155.1	1.219	1623.9	36.4	1.412	997.3	5.26	2.49	79.6
175.5	1.158	1544.0	34.5	1.391	954.7	5.06	2.28	79.8
190	1.101	1467.8	32.9	1.378	916.2	4.87	2.13	79.7
204.2	1.057	1408.0	31.5	1.365	882.8	4.71	2.00	79.7

Molekulargewicht 202.50.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung schmilzt bei 51° C.

Die Dichte bei 75° C war 1.4982; bei 100° C 1.4706; bei 125° C 1.4439. Bei $t^\circ C$ im allgemeinen: $d_{40} = 1.5267 - 0.001158 (t - 50) + 0.0000007 (t - 50)^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant und im Mittel 2.23 Erg pro Grad.

1-2-Dichlor-4-Nitrobenzol: $C_6H_3Cl_{2(1,3)}(NO_2)_{(4)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C.	in Dynen						
46	1.340	1787.5	40.2	1.490	1025.4	5.50	3.31	72.1
61	1.294	1724.4	38.7	1.471	995.6	5.36	3.08	70.8
76.7	1.246	1660.5	37.2	1.454	964.5	5.22	2.86	67.6
95	1.217	1622.5	35.6	1.430	933.3	5.08	2.65	67.2
113.5	1.150	1533.2	34.0	1.407	901.1	4.93	2.34	68.4
136	1.074	1431.8	32.0	1.379	859.4	4.73	2.22	68.4
155.1	1.016	1355.0	30.3	1.356	823.0	4.56	2.04	71.0
177	0.948	1263.9	28.1	1.329	773.5	4.31	1.84	70.9
190.5	0.917	1217.9	26.8	1.313	743.7	4.16	1.72	70.8
204	0.867	1155.9	25.6	1.295	717.0	4.03	1.62	70.9

Molekulargewicht: 191.95.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Schmelzpunkt der Verbindung liegt bei 43° C.

Die Dichte bei 75° C war 1.4558; bei 100° C 1.4266; bei 125° C 1.3979.
Bei t° C: $d_{40} = 1.5464 - 0.001238 t + 0.0000004 t^2$.Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant und im Mittel 1.96 Erg pro Grad.1-3-Dichlor-4-Nitrobenzol: $C_6H_3Cl_{2(1,3)}(NO_2)_{(4)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
35	1.375	1833.1	41.3	1.487	1054.9	5.66	3.53	73.9
46.3	1.342	1787.4	40.1	1.475	1029.8	5.54	3.33	72.0
60.5	1.294	1724.4	38.8	1.460	1003.2	5.42	3.12	72.2
76.5	1.249	1665.7	37.3	1.443	972.0	5.27	2.90	76.3
95	1.176	1567.7	35.2	1.421	926.7	5.05	2.64	72.0
114.9	1.104	1475.1	33.3	1.399	885.8	4.85	2.40	72.1
136	1.042	1390.5	31.2	1.373	840.4	4.63	2.18	72.1
155.1	0.982	1308.6	29.2	1.350	795.4	4.41	1.98	72.0
176	0.929	1246.0	27.2	1.355	750.3	4.19	1.79	71.7
191	0.870	1158.7	25.7	1.305	716.1	4.02	1.66	71.6
204	0.823	1096.8	24.4	1.289	685.5	3.86	1.55	71.6

Molekulargewicht: 191.95.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet unter 15 mm Druck bei 154° C; sie schmilzt bei 34° C.

Die Dichte wurde hydrostatisch bestimmt; sie war bei 75° C 1.4434; bei 100° C 1.4149; bei 125° C 1.3856. Bei t° C im allgemeinen:

$$d_{40} = 1.5241 - 0.001028 t - 0.00000064 t^2.$$

Der Temperaturkoeffizient von μ ist im Mittel 2.16 Erg pro Grad.

1-4-Dichlor-2-Nitrobenzol: $C_6H_3Cl_{2(1,3)}(NO_2)_{(4)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
60.5	1.281	1705.6	38.3	1.455	992.6	5.37	3.09	67.0
76	1.234	1645.2	37.1	1.438	969.0	5.26	2.89	67.1
95	1.172	1564.1	35.3	1.416	931.5	5.08	2.65	69.2
115	1.118	1491.1	33.6	1.393	896.4	4.92	2.43	69.3
136	1.053	1403.8	31.5	1.368	850.6	4.70	2.20	70.8
155	0.986	1314.4	29.5	1.344	806.0	4.48	2.01	70.6
177.5	0.938	1247.0	27.5	1.315	762.4	4.26	1.82	70.7
190.2	0.886	1181.2	26.4	1.298	738.3	4.15	1.72	70.9
204	0.840	1119.3	25.0	1.281	705.3	3.98	1.60	70.8

Molekulargewicht: 191.95.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet bei 267° C und schmilzt bei 55° C.

Die Dichte bei 75° C war 1.4390; bei 100° C 1.4102; bei 125° C 1.3804.

Im allgemeinen bei t° C: $d_{40} = 1.5194 - 0.001012 t - 0.0000008 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant und im Mittel 2.01 Erg pro Grad.

Brombenzol: C_6H_5Br .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-17.5	1.394	1858.6	42.2	1.546	918.4	5.57	3.42	76.4
2.1	1.309	1746.4	39.6	1.519	872.0	5.32	3.03	76.5
*25	1.267	1698.5	36.5	1.488	814.9	5.00	2.64	73.2
*35.6	1.229	1638.5	35.2	1.474	790.8	4.87	2.48	72.2
*49.8	1.172	1562.5	33.5	1.456	758.8	4.69	2.28	70.6
71.5	1.032	1375.6	31.0	1.425	712.3	4.44	2.02	73.4
90.5	0.953	1270.5	28.5	1.399	663.0	4.15	1.79	73.2
**125.5	0.875	1167.3	24.5	1.351	583.3	3.70	1.46	73.9
**153	0.758	1011.0	21.1	1.313	512.0	3.28	1.21	73.9

Molekulargewicht: 156.96.

Radius der Kapillare: 0.04638 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04408 cm, bei den mit ** vermerkten: 0.04352 cm.

Eintauchtiefe 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet konstant bei 154° C. Die Flüssigkeit erstarrt im Kältebad und die Masse schmilzt dann bei -30° C.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:

Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:

Zwischen -17.5° und +125.5°

2.38

„ 125.5° „ 153°

2.53

Para-Fluorbrombenzol: $C_6H_4 \cdot F \cdot Br_{(1-4)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häasion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-21	1.281	1707.8	39.8	1.654	890.2	4.91	3.41	71.0
0	1.198	1597.2	37.2	1.626	841.5	4.67	2.99	68.3
25.5	1.106	1474.1	34.3	1.590	787.6	4.40	2.58	67.4
45.3	1.031	1374.1	31.9	1.561	741.6	4.17	2.29	67.2
70	0.953	1270.1	29.4	1.522	695.1	3.94	2.01	65.1
84.7	0.906	1207.6	27.9	1.504	663.8	3.78	1.85	65.2
117	0.810	1079.8	24.8	1.460	602.8	3.46	1.55	65.4
138	0.734	978.6	22.4	1.436	550.5	3.18	1.35	65.1

Molekulargewicht: **174.95**.

Radius der Kapillare: 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Siedepunkt lag konstant bei 150° C; dabei hat χ den Wert **21.2** Erg pro qcm.

Die Dichte bei 25° C war $d_{40} = 1.5908$; bei 50° C 1.5538; bei 75° C 1.5147. Bei t° C: $d_{40} = 1.6257 - 0.00135 t - 0.00000168 t^2$.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:

Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:

Zwischen	-21° und 0°	2.41
„	0° „ 45°	2.09
„	45° „ 117°	1.97
„	117° „ 150°	2.49

Ortho-Bromnitrobenzol: $C_6H_4Br_{(1)}(NO_2)_{(2)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häasion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
46.3	1.405	1876.2	42.0	1.669	1027.5	5.13	3.25	83.2
61	1.353	1802.7	40.1	1.651	988.1	4.95	2.99	77.2
76.5	1.303	1734.3	38.4	1.632	953.6	4.80	2.77	77.2
95.2	1.220	1627.3	36.3	1.608	910.4	4.60	2.52	75.0
116	1.156	1540.8	34.2	1.582	867.1	4.41	2.29	75.0
136.2	1.076	1437.3	32.0	1.556	820.3	4.20	2.07	72.9
155.2	1.018	1358.0	30.1	1.532	779.7	4.01	1.89	70.8
176.3	0.950	1266.6	28.1	1.505	736.6	3.81	1.71	68.1
191	0.908	1210.0	26.9	1.484	711.7	3.70	1.61	68.2
204.5	0.867	1155.9	25.6	1.468	682.2	3.56	1.50	68.1

Molekulargewicht: **201.96**.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Substanz siedet unter 756 mm Druck bei 258.5° C und schmilzt bei 43° C.

Das spezifische Gewicht bei 75° C war 1.6333; bei 100° C 1.6020; bei 125° C 1.5703. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 1.6642 - 0.001228 (t - 50) - 0.00000032 (t - 50)^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant, und im Mittel gleich: **2.19** Erg pro Grad.

Meta-Bromnitrobenzol: $C_6H_4Br_{(1)}(NO_2)_{(1)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häston A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
61.5	1.347	1798.8	39.9	1.650	983.6	4.93	2.98	74.7
74	1.296	1730.0	38.6	1.634	957.8	4.82	2.80	74.0
89	1.256	1672.9	37.1	1.616	927.4	4.68	2.61	74.0
110	1.164	1556.4	34.9	1.590	881.9	4.48	2.36	72.4
124	1.137	1512.8	33.4	1.572	850.4	4.33	2.20	72.3
139.8	1.085	1445.6	32.0	1.553	821.4	4.20	2.06	69.2
156	1.032	1376.4	30.6	1.532	792.6	4.07	1.92	69.2
175	0.961	1303.0	28.8	1.506	754.5	3.90	1.76	66.0
194.4	0.910	1212.6	26.9	1.480	713.0	3.71	1.60	65.7
209	0.888	1179.3	25.9	1.459	693.0	3.62	1.52	65.9

Molekulargewicht: 201.96.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 755 mm Druck siedet die Verbindung bei 251° C; sie schmilzt bei 56.5° C.

Bei 75° C ist die Dichte 1.6329; bei 100° C 1.6024; bei 125° C 1.5710. Bei t° C im allgemeinen: $d_4^{20} = 1.6625 - 0.001186 (t - 50) - 0.00000072 (t - 50)^2$.

Bis 195° C ist der Temperaturkoeffizient von μ ziemlich gut konstant und im Mittel 2.04 Erg pro Grad.

Para-Bromnitrobenzol: $C_6H_4Br_{(1)}(NO_2)_{(1)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	
127	1.116	1488.6	34.2
140.3	1.085	1445.9	33.1
155	1.025	1367.3	31.5
178	0.956	1274.5	29.3
194.5	0.908	1211.3	27.8
209.3	0.870	1159.9	26.6

Molekulargewicht: 201.96.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 758 mm Druck siedet die Verbindung bei 254° C und schmilzt bei 127° C. Sie sublimiert schon bei 140° C schnell gegen die kälteren Teile der Kapillare.

para-Dibrombenzol: 1,4-C₆H₄Br₂.

Temp. in ° C	Maximaldruck <i>H</i>		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. <i>d</i> ₄₀	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion <i>A</i> ²	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie <i>U</i> ₀
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
94.8	1.069	1424.9	32.0	1.840	813.4	3.55	2.27	65.8
115	1.008	1345.6	30.3	1.807	779.5	3.42	2.08	66.0
130.1	0.967	1289.2	8.8	1.782	747.8	3.30	1.93	67.9
144.5	0.923	1229.4	27.4	1.756	718.5	3.18	1.80	72.1
168.5	0.850	1133.0	25.2	1.715	671.3	3.00	1.60	72.4
180	0.810	1078.8	23.8	1.694	639.2	2.87	1.49	76.8
194.5	0.757	1009.2	22.3	1.668	605.1	2.73	1.38	77.0
209	0.701	926.6	20.4	1.643	559.2	2.53	1.24	76.8

Molekulargewicht: 235.79.

Radius der Kapillare: 0.04660 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter Atmosphärendruck ist der Siedepunkt 216° C. Die Substanz schmilzt bei 89° C. Schon bei 100° C bis 130° C sublimiert sie mit merklicher Geschwindigkeit.

Die Dichte bei 100° C war 1.8322; bei 120° C 1.8000; bei 140° C 1.7683. Bei *t*° C: $d_{40} = 1.8649 - 0.0016475(t - 80) - 0.00000625(t - 80)^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ , obgleich etwas schwankend, ist im Mittel ca. 2.15 Erg pro Grad.

Jodbenzol: C₆H₅J.

Temp. in ° C	Maximaldruck <i>H</i>		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. <i>d</i> ₄₀	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion <i>A</i> ²	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie <i>U</i> ₀
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-21	1.375	1833.1	41.0	1.892	928.7	4.42	3.58	62.2
0	1.314	1751.6	39.1	1.861	895.5	4.28	3.20	62.0
25.4	1.233	1644.5	37.1	1.823	861.4	4.15	2.84	64.9
40.4	1.188	1584.5	35.7	1.801	835.7	4.04	2.63	65.5
54.1	1.144	1524.6	34.4	1.781	811.3	3.94	2.46	65.5
76.1	1.076	1434.7	32.3	1.747	771.6	3.77	2.20	67.2
95.1	1.015	1353.3	30.4	1.716	734.9	3.61	2.00	67.2
117.2	0.944	1260.5	28.2	1.683	690.6	3.42	1.79	77.8
135.1	0.857	1143.4	25.5	1.659	630.5	3.14	1.57	77.3
150.5	0.803	1070.6	23.9	1.637	596.2	2.98	1.44	77.7
176	0.704	938.6	20.7	1.598	524.7	2.64	1.20	77.7

Molekulargewicht: 203.96.

Radius der Kapillare: 0.04670 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 13 mm Druck siedet die Flüssigkeit konstant bei 79° C; beim Erhitzen färbt sie sich leicht. In fester Kohlensäure und Alkohol erstarrt sie zu einer harten Kristallmasse, die bei -26° C schmilzt.

Bei 25° war $d_{40} = 1.8230$; bei 50° C 1.7852; bei 100° C 1.7090. Bei *t*° C im allgemeinen: $d_{40} = 1.8606 - 0.0015t - 0.00000016t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ nimmt mit steigender Temperatur graduell zu: zwischen -21° C und 76° C ist er im Mittel 1.65; zwischen 76° C und 150° C 2.46; und über 150° C 2.80 Erg pro Grad. Die $\mu - t$ -Kurve ist daher zur *t*-Achse konkav.

Ortho-Jodnitrobenzol: $C_6H_4J_{(1)}(NO_2)_{(2)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
61	1.448	1930.5	43.1	1.938	1097.1	4.54	3.38	75.2
76.5	1.400	1866.5	41.7	1.916	1069.6	4.44	3.16	75.3
95.2	1.339	1784.5	39.8	1.890	1030.2	4.29	2.90	75.1
114.1	1.280	1706.2	38.0	1.863	993.1	4.16	2.68	75.2
136	1.209	1611.7	35.8	1.832	946.1	3.99	2.43	75.1
155.5	1.150	1533.1	34.0	1.805	907.5	3.84	2.23	74.3
176	1.085	1445.4	31.9	1.775	861.0	3.66	2.03	74.1
191	1.037	1382.5	30.6	1.754	832.5	3.56	1.91	67.3
205	1.004	1338.5	29.5	1.734	808.7	3.47	1.81	67.3

Molekulargewicht: 248.90.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet unter 18 mm Druck bei 162.5° C und schmilzt bei 50° C.

Bei 75° C ist die Dichte 1.9186; bei 100° C 1.8831; bei 125° C 1.8475.

Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 1.9541 - 0.001422(t - 50)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist im Mittel 1.98 Erg pro Grad.

Meta-Jodnitrobenzol: $C_6H_4J_{(1)}NO_{2(2)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
*25.7	1.564	2086.2	47.3	1.981	1186.8	4.87	4.06	84.0
*41.1	1.509	2010.7	45.4	1.960	1147.2	4.72	3.74	79.0
*59.8	1.449	1929.4	43.4	1.935	1106.1	4.57	3.42	77.7
*83	1.362	1815.4	41.0	1.902	1056.9	4.40	3.08	77.7
95	1.324	1765.7	39.8	1.885	1032.2	4.31	2.91	77.7
110	1.273	1696.8	38.2	1.864	998.1	4.18	2.72	75.4
124.5	1.224	1632.2	36.8	1.842	969.2	4.07	2.55	75.4
140.2	1.181	1572.8	35.3	1.821	936.8	3.95	2.38	75.4
156.1	1.124	1498.7	33.7	1.797	902.3	3.82	2.22	75.3
170	1.084	1444.0	32.4	1.775	874.7	3.72	2.09	75.4
185.5	1.038	1381.6	30.9	1.752	841.5	3.60	1.95	68.0
198	0.999	1330.8	29.8	1.732	817.7	3.51	1.85	63.2
216	0.957	1276.3	28.6	1.688	798.4	3.46	1.76	63.2

Molekulargewicht: 248.96.

Radius der Kapillare: 0.04644 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04660 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 14 mm Druck war der Siedepunkt 153° C; der Schmelzpunkt ist 36° C. Die Substanz kann sehr lange in unterkühltem Zustande verbleiben; sie kristallisiert sehr langsam.

Bei 50° C ist die Dichte 1.9477; bei 75° C 1.9131; bei 100° C 1.8778. Bei t° C: $d_{40} = 1.9816 - 0.001342(t - 25) - 0.00000056(t - 25)^2$.

Bis 198° C ist der Temperaturkoeffizient von μ ziemlich konstant und im Mittel 2.16 Erg pro Grad.

Ortho-Nitrotoluol: $\text{CH}_3(\text{O})\text{C}_6\text{H}_4(\text{NO}_2)(\text{O})$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^0	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häasion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
0.1	1.505	2006.8	43.3	1.177	1032.8	7.50	3.77	73.1
9.6	1.465	1953.1	42.1	1.170	1008.1	7.34	3.56	72.9
*25	1.416	1887.5	40.9	1.156	987.3	7.21	3.32	73.4
*34.8	1.375	1833.1	39.7	1.147	963.3	7.06	3.14	73.3
**49.3	1.257	1675.8	38.2	1.134	934.0	6.87	2.92	73.3
70	1.252	1669.4	35.8	1.115	885.2	6.55	2.62	73.2
101.6	1.132	1509.8	32.4	1.086	815.4	6.09	2.23	73.6
122.6	1.055	1406.5	30.1	1.067	766.5	5.75	1.99	74.4
144	0.971	1295.4	27.7	1.047	714.3	5.40	1.77	76.9
148.6	0.954	1272.4	27.2	1.044	702.8	5.31	1.73	76.9
170	0.864	1151.9	24.5	1.025	640.8	4.88	1.51	76.8

Molekulargewicht: 187.1.

Radius der Kapillare: 0.04385 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04408 cm, bei den mit ** vermerkten: 0.04638 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Siedepunkt lag konstant bei 218° C; der Schmelzpunkt war -4° C. Bei der Siedetemperatur war χ 18.1 Erg pro qcm.

Temperaturkoeffizient von μ .		Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Temperaturtrajekt:		
Zwischen 0° und 25°		1.81
„ 25° „ 49°		2.19
„ 49° „ 123°		2.29
„ 123° „ 144°		2.42
„ 144° „ 170°		2.82

Para-Nitrotoluol: $\text{CH}_3(\text{O})\text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{NO}_2(\text{O})$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^0	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häasion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
60.2	1.166	1554.5	35.5	1.112	879.4	6.51	2.68	64.2
83.5	1.101	1467.8	33.5	1.098	836.9	6.22	2.39	64.5
95	1.069	1424.9	32.5	1.086	817.9	6.10	2.27	67.5
115	1.007	1343.3	30.6	1.066	779.7	5.85	2.07	71.3
130.1	0.956	1274.6	29.0	1.054	744.5	5.61	1.91	71.3
144.5	0.908	1210.3	27.5	1.040	712.3	5.27	1.73	72.2
166	0.827	1102.5	25.0	1.017	657.0	5.01	1.56	72.0
180.2	0.782	1042.9	23.6	0.995	629.6	4.84	1.46	72.1
194.5	0.738	982.8	22.1	0.973	598.4	4.63	1.36	73.1
214.6	0.659	876.9	19.9	0.954	546.0	4.25	1.20	73.0

Molekulargewicht: 187.1.

Radius der Kapillare: 0.04660 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet unter 755 mm Druck konstant bei 236° C; der Schmelzpunkt war 57.5° C.

Die Dichte bei 75° C war 1.1038; bei 100° C 1.0817; bei 125° C 1.0576. Im allgemeinen bei $t^\circ\text{C}$: $d_4^0 = 1.1239 - 0.000764(t - 50) - 0.0000016(t - 50)^2$.Im Anfang ist der Temperaturkoeffizient von μ ca. 1.77 Erg; dann wird er ziemlich konstant gleich 2.30 Erg pro Grad.

Ortho-Bromtoluol: $\text{CH}_{3(1)} \cdot \text{C}_6\text{H}_4\text{Br}_{(2)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-20	1.236	1647.8	38.4	1.471	914.6	5.32	3.60	62.2
0	1.177	1569.3	36.5	1.447	878.9	5.14	3.22	62.2
25.8	1.102	1469.2	34.1	1.416	833.1	4.91	2.81	64.3
40	1.052	1402.3	32.5	1.399	800.4	4.74	2.59	64.1
55.5	1.002	1335.5	31.1	1.386	770.7	4.58	2.38	64.3
80	0.923	1231.2	28.6	1.352	720.6	4.31	2.09	64.3
92	0.886	1181.2	27.4	1.338	695.2	4.18	1.96	64.6
115.5	0.814	1085.1	25.1	1.310	645.8	3.91	1.72	64.7
*133.5	0.784	1045.0	23.6	1.288	641.1	3.74	1.57	65.1
*149.5	0.725	966.6	21.8	1.269	573.0	3.50	1.42	64.9
*175	0.634	845.2	18.9	1.239	504.7	3.11	1.19	64.6

Molekulargewicht: 170.98.

Radius der Kapillare: 0.04792 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04670 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 765 mm Druck siedet die Flüssigkeit bei 179° C. Bei -20° C wird sie etwas trübe und kristallisiert bei etwas niedrigerer Temperatur spontan zu einer farblosen Kristallmasse, die bei -27° schmilzt.

Die Dichte bei 25° C ist 1.4173; bei 50° C 1.3876; bei 75° C 1.3578. Bei t° : $d_{40} = 1.4470 - 0.00119 t$.

Der Temperaturkoeffizient von μ schwankt um einen Mittelwert von 2.09 Erg pro Grad.

Meta-Fluortoluol: $\text{CH}_{3(1)}\text{C}_7\text{H}_4\text{F}_{(2)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-71	1.337	1782.5	42.1	1.097	909.0	7.83	4.26	73.6
-20.5	1.090	1453.3	34.2	1.041	764.7	6.70	2.92	67.5
0	1.006	1340.9	31.5	1.021	713.5	6.29	2.54	65.9
25.4	0.906	1207.9	28.3	0.994	652.6	5.81	2.14	59.9
45.3	0.839	1118.5	26.2	0.973	612.8	5.49	1.90	56.8
70.2	0.760	1021.2	23.8	0.947	566.8	5.12	1.64	56.4
84.9	0.721	961.9	22.4	0.932	539.2	4.90	1.51	56.4

Molekulargewicht: 110.06.

Radius der Kapillare: 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Siedepunkt der Verbindung ist 114.5° C; dabei hat χ den Wert 20.2 Erg pro qcm.

Die Dichte bei 25° C ist $d_{40} = 0.9942$; bei 50° C 0.9680; bei 75° C 0.9420. Bei t° C: $d_{40} = 1.0206 - 0.00106 t + 0.00000016 t^2$.

Temperaturkoeffizient von μ .		Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Temperaturtrajekt:		
Zwischen	-71° und -20.5°	2.85
„	-20.5° „ 0°	2.49
„	0° „ 25.4°	2.38
„	25.4° „ 45.3°	1.99
„	45.3° „ 84.9°	1.85

Para-Chlortoluol: $\text{CH}_3 \cdot (\text{O})\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}(\text{O})$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häSION A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
25	1.137	1515.8	32.9	1.065	795.0	6.30	2.67	67.8
44.7	1.059	1410.2	30.6	1.045	748.8	5.97	2.38	65.5
71	0.959	1279.6	27.7	1.018	689.8	5.55	2.04	61.8
90.2	0.895	1193.2	25.8	0.999	650.6	5.27	1.83	59.6
116.1	0.813	1083.9	23.4	0.973	600.6	4.90	1.59	55.3
135.7	0.760	1013.8	21.8	0.953	567.3	4.66	1.44	48.8
*160	0.653	870.3	20.2	0.928	535.1	4.44	1.30	48.8

Molekulargewicht: 126.51.

Radius der Kapillare: 0.04439 cm;

bei der mit * vermerkten Beobachtung war er 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet konstant bei 162.5° C; sie wird bei -22° C fest und schmilzt dann wieder bei 7.5° C. Beim Siedepunkt ist χ 20.1 Erg pro qcm.

Temperaturkoeffizient von μ .		Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Temperaturtrajekt:		
Zwischen 25° und 45°	„ 45° „ 71°	2.33
„ 45° „ 71°	„ 71° „ 116°	2.23
„ 71° „ 116°	„ 116° „ 160°	1.97
„ 116° „ 160°		1.49

Phenol: $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häSION A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
41.2	1.207	1609.4	37.0	1.063	734.6	7.10	2.12	65.3
60.1	1.156	1538.9	35.2	1.043	707.8	6.88	1.94	65.2
82.1	1.090	1453.2	33.3	1.021	679.2	6.65	1.76	68.8
95.1	1.052	1400.8	32.0	1.019	653.5	6.40	1.64	70.7
115	0.980	1306.5	29.9	0.990	622.5	6.16	1.49	70.6
130.5	0.936	1245.6	28.3	0.979	593.6	5.90	1.37	74.3
144.5	0.868	1160.0	26.7	0.964	565.9	5.65	1.27	77.2
166	0.793	1057.2	24.1	0.951	515.4	5.17	1.11	93.9
180.5	0.719	958.6	21.8	0.940	469.8	4.73	0.98	93.9

Molekulargewicht: 94.05.

Radius der Kapillare: 0.04660 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet unter 758 mm Druck bei 180.5° C. Der Schmelzpunkt ist 41° C.

Die Dichte wurde nach der hydrostatischen Methode bestimmt; sie ist bei 50° C 1.0529; bei 75° C 1.0272; bei 100° C 1.0033. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 1.1097 - 0.001208 t + 0.00000144 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist zwischen 41° C und 82° C 1.36; zwischen 82° C und 166° C 1.94 Erg pro Grad; über 166° C steigt er stark an.

Ortho-Nitrophenol: $C_6H_4(OH)_{(1)}NO_{2(2)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
52	1.289	1718.5	38.0	1.281	864.7	6.05	2.59	63.4
70	1.246	1660.0	36.6	1.264	840.3	5.70	2.39	67.1
90.2	1.185	1580.5	34.8	1.243	807.9	5.71	2.19	69.7
108	1.134	1512.4	33.1	1.224	776.4	5.51	2.01	75.8
124.3	1.029	1374.4	31.2	1.206	739.1	5.28	1.85	75.7
140.1	1.014	1352.3	29.5	1.195	703.1	5.03	1.69	81.6
156	0.955	1272.1	27.5	1.179	661.4	4.76	1.54	85.8
170	0.888	1184.4	25.6	1.153	624.9	4.53	1.42	90.3
185.7	0.805	1073.2	23.0	1.135	567.3	4.13	1.25	90.0
204	0.730	973.2	20.7	1.113	517.3	3.79	1.11	90.3

Molekulargewicht: 139.05.

Radius der Kapillare: 0.04644 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Ortho-Nitrophenol schmilzt bei 45° C; unter 760 mm Druck siedet es bei 214.5° C. Über 200° C tritt Zersetzung ein unter allmählicher Braunfärbung.

Das spezifische Gewicht bei 75° C war 1.2583; bei 100° C 1.2323; bei 125° C 1.2052. Bei $t^\circ C$: $d_{40} = 1.2832 - 0.000974(t - 50) - 0.0000088(t - 50)^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ steigt mit zunehmender Temperatur deutlich an: zwischen 52° C und 70° C 1.35; zwischen 70° C und 90° C 1.60; zwischen 90° C und 108° C 1.77; zwischen 108° C und 140° C 1.84; zwischen 140° C und 170° C 2.61; und zwischen 170° C und 204° C ca. 3.20 Erg pro Grad. Wahrscheinlich kommt hierbei eine graduelle Zersetzung in Betracht.

Meta-Nitrophenol: $C_6H_4(OH)_{(1)}(NO_2)_{(2)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
110	1.354	1805.1	40.0	1.273	914.0	6.41	2.33	52.6
125	1.338	1783.8	39.5	1.259	909.2	6.40	2.24	57.8
140.1	1.316	1754.5	38.8	1.249	897.9	6.33	2.13	63.6
155.2	1.272	1701.5	37.9	1.237	882.8	6.25	2.03	72.6
170	1.247	1662.4	36.7	1.222	861.8	6.12	1.92	82.3
185.6	1.196	1594.4	35.1	1.207	831.0	5.93	1.80	94.7
201	1.146	1523.2	33.1	1.191	790.7	5.67	1.66	102.8
218	1.051	1401.	30.6	1.174	738.0	5.32	1.50	102.8

Molekulargewicht: 139.05.

Radius der Kapillare: 0.04644 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die sorgfältig gereinigte Substanz schmilzt bei 96° C. Das spezifische Gewicht bei 100° C war 1.2797; bei 125° C 1.2588; bei 150° C 1.2359. Bei $t^\circ C$: $d_{40} = 1.2797 - 0.000716(t - 100) - 0.0000016(t - 100)^2$.

Der Temperaturkoeffizient μ nimmt mit steigender Temperatur fortwährend zu: zwischen 110° C und 140° C 0.50; zwischen 140° C und 155° C 1.0; zwischen 155° C und 170° C 1.41; zwischen 170° C und 186° C 1.97; zwischen 186° C und 201° C 2.61; und zwischen 201° C und 218° C ca. 3.1 Erg pro Grad. Es ist wahrscheinlich, daß dieses mit einer eintretenden Zersetzung der Substanz zusammenhängt.

Para-Nitrophenol: $C_6H_4(OH)_{(1)}(NO_2)_{(1)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung γ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
117	1.497	1996.0	43.3	1.273	989.4	6.94	2.47	80.7
130.5	1.452	1936.9	42.0	1.262	965.3	6.79	2.34	79.5
145.5	1.408	1877.1	40.6	1.249	939.6	6.63	2.20	78.7
162	1.353	1815.3	39.1	1.234	912.2	6.46	2.07	81.3
176.5	1.311	1747.8	37.7	1.222	885.3	6.29	1.95	84.9
196.5	1.241	1654.4	35.6	1.205	843.8	6.02	1.78	84.9

Molekulargewicht: 139.05.

Radius der Kapillare: 0.04529 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Para-Nitrophenol schmilzt bei 113° C; da es sehr rasch sublimiert, wurden die Messungen sehr erschwert wegen der durch die Kristallschichten verursachten Verkleinerung des Röhrendiameters. Das spezifische Gewicht bei 120° C war 1.2703; bei 140° C 1.2532; bei 160° C 1.2361. Bei t° C:

$$d_4^{20} = 1.2874 - 0.000885(t - 100).$$

Der Temperaturkoeffizient von μ ist etwas schwankend um den Mittelwert 1.81 Erg pro Grad.

1-2-4-Dinitrophenol: $C_6H_3(OH)_{(1)}(NO_2)_{(2)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung γ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
125.4	1.361	1813.3	41.1	1.426	1049.6	5.88	2.72	73.0
140	1.318	1757.1	39.9	1.411	1026.2	5.77	2.57	72.9
155.1	1.279	1705.5	38.7	1.396	1002.4	5.65	2.43	78.9
170	1.235	1645.9	37.3	1.380	973.7	5.51	.29	80.7
185.8	1.177	1570.3	35.6	1.363	937.0	5.33	2.14	80.6
200.1	1.142	1511.6	34.2	1.348	906.8	5.17	2.01	80.6
215	1.091	1455.7	32.9	1.333	878.9	5.03	1.90	80.7

Molekulargewicht: 184.07.

Radius der Kapillare: 0.04644 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die in großen gelben Kristallen kristallisierende Substanz schmilzt bei 114° C.

Die Dichte bei 120° C war 1.4309; bei 140° C 1.4106; bei 160° C 1.3898. Bei t° C: $d_4^{20} = 1.4507 - 0.000962(t - 100) - 0.0000062(t - 100)^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist im Mittel ca. 1.90 Erg pro Grad.

2-4-6-Trichlorphenol: $C_6H_2(OH)Cl_3$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
70.2	1.202	1600.8	36.3	1.495	941.3	4.95	2.85	64.1
90	1.134	1522.4	34.7	1.466	911.6	4.83	2.62	65.2
109	1.095	1459.3	33.1	1.438	880.8	4.69	2.43	69.0
124.9	1.040	1387.7	31.6	1.414	850.4	4.56	2.26	70.2
140.2	0.998	1328.7	30.0	1.386	818.2	4.41	2.11	70.1
156	0.941	1256.2	28.6	1.360	789.9	4.29	1.97	74.5
170	0.897	1195.9	27.1	1.333	758.5	4.15	1.85	78.0
185.5	0.846	1127.9	25.5	1.308	722.8	3.98	1.71	78.2
196.5	0.803	1070.5	24.1	1.290	689.5	3.81	1.60	78.1

Molekulargewicht: 197.40.

Radius der Kapillare: 0.04644 cm,

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet unter 760 mm Druck bei 246° C. Sie schmilzt bei 69.5° C und verdampft beim Erhitzen über dem Schmelzpunkt sehr rasch. Über 195° C tritt allmähliche Zersetzung ein.

Die Dichte bei 75° C war 1.4901; bei 100° C 1.4587; bei 125° C 1.4294. Bei $t^\circ C$: $d_4^t = 1.5236 - 0.001382(t - 50) - 0.00000168(t - 50)^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ steigt allmählich mit steigender Temperatur, und zwar ist derselbe zwischen 70° C und 109° C ca. 1.57; zwischen 109° C und 185.5° C ca. 2.07; und zwischen 185° C und 196.5° C 3.02 Erg pro Grad.

Anisol: $CH_3 \cdot O \cdot C_6H_5$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-21	1.375	1833.6	39.3	1.029	874.8	7.79	3.36	65.0
0.4	1.306	1741.7	37.3	1.010	840.6	7.53	2.99	65.2
25	1.210	1613.1	34.6	0.987	791.9	7.15	2.61	65.9
45	1.137	1516.5	32.5	0.970	752.5	6.83	2.33	69.4
74.4	1.022	1362.5	29.1	0.942	687.0	6.30	1.97	69.7
90.8	0.962	1282.2	27.4	0.927	653.9	6.03	1.80	70.0
110	0.875	1167.3	24.9	0.907	602.9	5.60	1.59	72.4
134.7	0.765	1020.2	21.7	0.882	535.3	5.02	1.34	72.3
151	0.700	932.9	19.8	0.865	494.8	4.67	1.20	72.4

Molekulargewicht: 108.06.

Radius der Kapillare: 0.04352 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet bei 151.7° C konstant; bei -50° C kristallisiert sie zu einer schönen, harten Kristallmasse, die bei -37° C schmilzt.

Der Temperaturkoeffizient für μ steigt (wie beim Wasser) mit der Temperatur: von -21 bis 45° C: ca. 1.88; von 45° bis 90.8° C: ca. 2.14; und von 90.8° C bis 151° C 2.63 im Mittel.

Ortho-Nitroanisol: $(\text{CH}_3)_{(1)}\text{O} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot (\text{NO}_2)_{(1)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
0	1.613	2150.4	50.8	1.273	1237.6	8.14	4.56	76.7
25.4	1.537	2048.8	48.4	1.247	1195.4	7.91	4.06	79.4
44.9	1.480	1973.8	46.6	1.227	1165.1	7.75	3.73	79.7
70.1	1.390	1853.0	43.7	1.202	1106.1	7.42	3.31	79.7
85.3	1.340	1786.4	42.1	1.187	1074.6	7.23	3.09	80.8
117	1.227	1635.8	38.4	1.156	997.6	6.77	2.66	80.5
138.2	1.160	1546.5	36.3	1.135	947.3	6.52	2.43	81.5
156	1.109	1478.2	34.7	1.118	921.8	6.33	2.26	81.9
172	1.043	1390.8	32.6	1.102	874.4	6.03	2.08	87.3
191.5	0.968	1290.5	30.2	1.083	819.4	5.69	1.87	113.8
212	0.850	1133.0	26.5	1.062	728.8	5.09	1.61	113.8

Molekulargewicht: 153.07.

Radius der Kapillare: 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet konstant bei 272° C unter Atmosphärendruck.
Bei -20° C erstarrt sie und schmilzt dann erst wieder bei 10° C.

Die Dichte bei 25° C ist $d_{40} = 1.2472$; bei 50° C 1.2118; bei 75° C 1.1970.
Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 1.2732 - 0.001052 t + 0.00000048 t^2$.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:

Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:

Zwischen 0° und 44.9°

1.61

,, 44.9° „ 191°

2.30

,, 191° „ 212°

4.4

Über 190° tritt eine fortschreitende Zersetzung ein, welche den Wert von $\frac{d\mu}{dt}$ stark vergrößert.

Para-Nitroanisol: $\text{CH}_3\text{O}_{(1)}\text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{NO}_2_{(1)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
60.5	1.342	1789.2	40.9	1.216	1027.3	6.86	3.15	67.6
83	1.280	1706.2	39.1	1.194	994.1	6.68	2.81	71.9
95	1.243	1659.4	38.0	1.183	972.1	6.55	2.72	72.6
115.2	1.187	1582.5	36.1	1.165	932.9	6.32	2.49	73.8
130.6	1.148	1528.2	34.6	1.149	902.5	6.14	2.33	77.8
144.5	1.096	1459.5	33.1	1.137	869.4	5.94	2.18	77.8
167.2	1.014	1351.9	30.7	1.115	817.0	5.61	1.95	78.7
180.1	0.968	1291.8	29.3	1.101	786.3	5.43	1.83	82.8
194.5	0.909	1214.1	27.6	1.086	747.5	5.18	1.70	84.6
220	0.814	1085.9	24.5	1.059	674.7	4.72	1.46	84.6

Molekulargewicht: 153.06.

Radius der Kapillare: 0.04660 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Siedepunkt unter Atmosphärendruck war 259° C; der Schmelzpunkt 55° C.

Die Dichte bei 75° C war 1.2012; bei 100° C 1.1775; bei 125° C 1.1535.
Bei t° C: $d_{40} = 1.2246 - 0.00093(t - 50) - 0.00000024(t - 50)^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ nimmt mit steigender Temperatur allmählich zu: zwischen 60° C und 83° ist er 1.49; zwischen 83° C und 95° C 1.83; zwischen 95° C und 131° C 1.97; zwischen 131° C und 180° C 2.35; zwischen 180° C und 195° C 2.69; und zwischen 195° C und 220° C 2.50 Erg pro Grad.

Phenetol: $C_2H_5 \cdot O \cdot C_6H_5$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A_2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-21	1.289	1718.5	36.8	1.006	902.1	7.46	3.61	64.5
0.3	1.213	1617.7	34.6	0.986	859.6	7.16	3.20	64.7
25.2	1.117	1489.0	31.8	0.962	803.1	6.74	2.76	64.6
45	1.037	1383.3	29.5	0.943	755.0	6.38	2.45	63.2
74.3	0.931	1240.8	26.4	0.914	689.9	5.89	2.07	60.4
90.6	0.875	1167.3	24.8	0.899	655.3	5.62	1.89	58.6
110	0.813	1084.6	23.0	0.889	612.3	5.28	1.68	58.6
134.7	0.734	979.0	20.7	0.855	565.6	4.94	1.48	58.6
150.1	0.687	915.9	19.3	0.849	529.8	4.64	1.34	58.6
160.5	0.651	868.6	18.3	0.839	506.3	4.45	1.25	58.6

Molekulargewicht: 122.1.

Radius der Kapillare: 0.04352 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet konstant bei 168° C und wird bei -50° C fest zu einem Aggregat von langen, farblosen Kristallnadeln, die bei -33° C schmelzen.

 Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen -12° und 0°	2.0
„ 0° „ 74.3°	2.29
„ 74° „ 160°	2.13

Die μ - t -Kurve kann als gerade Linie betrachtet werden, mit im Mittel $\frac{d\mu}{dt} = 2.14$.

 Para-Nitrophenetol: $C_6H_4(NO_2)_{(1)}OC_2H_5_{(4)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
70.2	1.164	1549.0	35.3	1.171	963.9	6.15	2.99	63.8
90	1.096	1461.7	33.6	1.152	927.6	5.95	2.74	63.7
107.5	1.051	1401.7	32.2	1.111	910.6	5.91	2.60	66.1
124.5	1.004	1338.9	30.7	1.094	877.2	5.72	2.40	66.1
140	0.964	1284.1	29.3	1.079	844.9	5.54	2.24	65.2
157	0.914	1218.7	27.9	1.063	812.6	5.35	2.08	65.3
170	0.871	1162.9	26.7	1.051	784.0	5.18	1.95	63.9
185.6	0.840	1119.9	25.4	1.036	752.6	5.00	1.82	63.9
201	0.785	1048.8	24.1	1.020	721.5	4.82	1.70	61.5
220	0.747	994.2	22.6	1.002	684.6	4.60	1.57	61.5

Molekulargewicht: 167.08.

Radius der Kapillare: 0.04644 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die schön kristallisierte Substanz schmilzt bei 60° C; unter Atmosphärendruck siedet sie bei 283° C.

Die Dichte bei 75° C ist 1.1416; bei 100° C 1.1176; bei 125° C 1.0937. Bei t° C: $d_{40} = 1.1656 - 0.00096(t - 50)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant und im Mittel 2.0 Erg pro Grad.

Ortho-Kresol: $\text{CH}_{3(\text{O})}\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_{(\text{O})}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
40.3	1.142	1522.5	34.8	1.033	772.6	6.87	2.37	59.2
54.5	1.107	1475.8	33.7	1.019	755.0	6.74	2.22	60.2
75.6	1.047	1395.9	32.0	1.002	725.0	6.51	2.02	62.7
95	0.993	1323.3	30.3	0.987	693.5	6.26	1.84	66.7
116.2	0.918	1224.8	28.0	0.971	647.8	5.88	1.63	66.5
135	0.864	1152.0	26.3	0.956	614.8	5.61	1.49	68.3
151.5	0.814	1085.5	24.7	0.946	581.5	5.32	1.36	80.3
176	0.711	947.9	21.5	0.930	511.9	4.71	1.14	80.3

Molekulargewicht: 108.06.

Radius der Kapillare: 0.04670 cm.

Eintauchtiefe 0.1 mm.

Unter 755 mm Druck siedet die Verbindung bei 190.2° C; sie schmilzt bei 30° C.

Die Dichte bei 25° C ist 1.0458; bei 50° C 1.0236; bei 75° C 1.0027. Bei $t^\circ \text{C}$: $d_{40} = 1.0693 - 0.000966 t + 0.00000104 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ steigt mit höheren Temperaturen: zwischen 40° C und 75° C 1.33; zwischen 75° C und 95° C 1.62; zwischen 95° C und 116° C 2.15; dann ca. 2.20 Erg pro Grad im Mittel.

Para-Kresol: $\text{CH}_{3(\text{O})}\text{C}_6\text{H}_4 \cdot (\text{OH})_{(\text{O})}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
25.6	1.135	1514.9	34.5	1.030	767.4	6.83	2.47	59.3
41	1.100	1465.4	33.2	1.018	744.3	6.65	2.29	59.3
60.2	1.042	1389.2	31.6	1.004	715.0	6.42	2.08	59.4
83	0.981	1309.0	29.7	0.984	685.3	6.16	1.87	59.2
95	0.946	1261.8	28.7	0.975	658.2	6.00	1.76	59.6
114.3	0.898	1195.5	27.0	0.961	629.0	5.73	1.60	59.5
130.5	0.849	1132.4	25.7	0.950	603.3	5.52	1.48	60.4
144.5	0.809	1079.1	24.6	0.942	580.8	5.33	1.38	60.5
166	0.746	994.2	22.6	0.927	539.3	4.97	1.22	69.6
180.9	0.701	926.6	21.0	0.918	504.4	4.67	1.11	80.9
194.5	0.639	851.9	19.2	0.910	463.9	4.30	0.99	80.9

Molekulargewicht: 108.06.

Radius der Kapillare: 0.04660 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 cm.

Das para-Kresol siedet unter Atmosphärendruck bei 200° C; es schmilzt bei 37° C.

Die Dichte bei 25° C ist 1.0309; bei 50° C 1.0102; bei 75° C 0.9905. Bei $t^\circ \text{C}$ im allgemeinen: $d_{40} = 1.0526 - 0.000888 t + 0.0000008 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist von 25° C bis 144° C hinlänglich konstant: 1.59 Erg pro Grad im Mittel. Dann aber steigt er ziemlich schnell: zwischen 144° C und 166° C 1.93; zwischen 166° C und 181° C 2.34; zwischen 181° C und 195° C 2.99; — wohl infolge eintretender Zersetzung.

Thymol: $(\text{CH}_3)_2\text{CH} \cdot \text{C}_6\text{H}_3 \cdot (\text{OH})(\text{CH}_3)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
0	1.176	1567.9	34.2	0.986	975.1	7.07	3.89	56.0
25	1.109	1478.5	32.2	0.968	929.4	6.78	3.42	55.4
45.7	1.054	1405.7	30.6	0.952	893.1	6.56	3.09	55.5
70.7	0.991	1321.9	28.6	0.933	846.0	6.25	2.73	53.7
90.1	0.943	1257.0	27.3	0.920	815.2	6.05	2.50	53.8
115	0.875	1166.6	25.3	0.901	766.0	5.73	2.22	54.0
135.3	0.825	1099.3	23.8	0.887	728.2	5.47	2.01	55.2
*160	0.703	936.9	21.9	0.867	680.3	5.15	1.79	55.7
*190.1	0.628	837.0	19.5	0.845	616.2	4.70	1.52	55.6
*211	0.578	770.3	17.9	0.829	572.9	4.40	1.37	55.7

Molekulargewicht: 150.11.

Radius der Kapillare: 0.04439 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Schmelzpunkt war 51.5° C; der Siedepunkt lag konstant bei 231.5° C. Die Substanz läßt sich stark unterkühlen. Beim Siedepunkt ist $\chi = 16.6$ Erg pro qcm.

Die Dichte wurde bei 24.4° C zu $d_{40} = 0.9689$ gefunden.

Temperaturkoeffizient von μ .
 Temperaturtrajekt: Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
 Zwischen 0° und 160° 1.83
 „ 160° „ 211° 2.09

Anethol: $\text{CH}_3\text{O}_{(1)} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{CH}:\text{CH} \cdot \text{CH}_3_{(1)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
*24.7	1.267	1689.2	36.2	0.988	1021.8	7.47	3.72	69.2
*45.5	1.188	1583.8	33.9	0.969	969.1	7.14	3.32	68.3
*75.1	1.078	1438.4	30.7	0.944	893.0	6.63	2.82	63.8
*94.2	1.017	1355.7	28.9	0.927	850.9	6.36	2.56	63.8
115	0.929	1239.0	26.9	0.908	803.0	6.04	2.31	63.8
135.1	0.865	1153.4	25.0	0.890	756.4	5.73	2.08	61.7
160.9	0.787	1049.8	22.7	0.867	698.9	5.34	1.82	61.8
192.8	0.689	919.1	19.8	0.838	623.6	4.82	1.53	61.7
212.7	0.625	833.5	18.0	0.820	575.1	4.48	1.36	49.1
230	0.588	783.9	16.9	0.809	544.9	4.26	1.25	49.1

Molekulargewicht: 148.1.

Radius der Kapillare: 0.04439 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04352 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Substanz siedet bei 230.5° C konstant; der Schmelzpunkt ist 21.5° C.

Temperaturkoeffizient von μ .
 Temperaturtrajekt: Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
 Zwischen 24.7° und 75.1° 2.53
 „ 75.1° „ 213° 2.25

Guajacol: $\text{CH}_3\text{O}_{(4)} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot (\text{OH})_{(2)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$A^2 M$ T	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
26	1.377	1836.4	43.3	1.128	994.0	7.83	3.25	80.1
45.5	1.302	1736.4	40.9	1.109	949.6	7.52	2.93	78.8
66.5	1.224	1632.4	38.4	1.088	902.9	7.20	2.63	76.8
86	1.156	1540.7	36.2	1.068	861.8	6.91	2.39	75.7
106	1.087	1449.1	34.0	1.048	819.7	6.62	2.17	73.8
125	1.024	1365.8	32.0	1.029	780.9	6.34	1.98	77.4
146	0.954	1265.9	29.6	1.008	732.4	5.99	1.77	79.9
166	0.874	1166.0	27.2	0.988	682.1	5.61	1.59	81.2
184	0.803	1070.2	24.9	0.970	632.1	5.24	1.42	81.1
206	0.718	957.7	22.3	0.948	574.8	4.80	1.24	81.2

Molekulargewicht: 124.06.

Radius der Kapillare: 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 24 mm Druck siedet die Verbindung bei 106.5 C; der Schmelzpunkt ist 32° C.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt: Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
 Zwischen 26° und 146° 2.17
 „ 146° „ 206° 2.66

Resorcin-Monomethyläther:

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$A^2 M$ T	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-20	2.622	3495.6	83.1	1.181	1850.1	14.35	7.04	120.2
0	1.636	2181.1	51.6	1.161	1161.9	8.86	4.02	102.4
25.9	1.462	1948.8	46.0	1.136	1051.0	8.26	3.43	80.1
45.9	1.380	1840.5	43.4	1.119	1001.6	7.91	3.08	79.8
66.5	1.318	1757.3	41.4	1.102	965.2	7.66	2.80	77.0
86.5	1.252	1669.7	39.3	1.082	927.5	7.41	2.56	73.1
107	1.196	1594.9	37.5	1.061	896.7	7.21	2.35	73.2
125	1.140	1519.9	35.7	1.044	862.9	6.97	2.17	76.3
146	1.075	1433.2	33.6	1.023	823.2	6.70	1.98	76.3
166	1.009	1345.0	31.5	1.003	782.0	6.40	1.81	82.0
184	0.956	1274.2	29.8	0.986	748.2	6.16	1.67	82.4
206	0.862	1149.4	26.8	0.965	682.6	5.66	1.47	81.9

Molekulargewicht: 124.06.

Radius der Kapillare: 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Beobachtungen über 180° C beziehen sich auf eine durch beginnende Zersetzung schon einigermaßen verunreinigte Substanz; die Flüssigkeit war bräunlich gefärbt. Bei -79° C wird die Substanz zu einem Glase, ohne zu kristallisieren. Auch bei 0° C und -20° C ist die Viskosität noch sehr groß. In einer Kohlensäureatmosphäre siedet die Flüssigkeit unter 25 mm Druck bei 144° C.

Zwischen -20° und 0° kann $d\mu/dt$ nicht unabhängig von der Viskosität bestimmt werden.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt: Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
 Zwischen 0° und 26° 4.3
 „ 26° „ 46° 2.45
 „ 46° „ 184° 1.82
 „ 184° „ 206° 2.97

Über 184° tritt eine Zersetzung ein.

Resorcin-Dimethyläther: $(\text{CH}_3\text{O})_{(1)} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot (\text{OCH}_3)_{(3)}$.

Temp. in °C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-22	1.520	2026.5	44.3	1.104	1107.9	8.18	4.50	74.9
0	1.419	1982.3	41.3	1.084	1045.6	7.77	3.93	74.6
25	1.325	1766.2	38.6	1.064	989.4	7.40	3.43	70.8
45.3	1.250	1667.0	36.4	1.046	944.3	7.10	3.08	70.1
70.5	1.166	1554.4	33.9	1.022	893.2	6.77	2.72	70.3
90.1	1.090	1453.2	31.7	1.004	844.6	6.44	2.45	66.9
116	1.007	1342.7	29.2	0.980	790.6	6.08	2.16	67.3
135.3	0.943	1257.0	27.3	0.963	747.9	5.78	1.96	68.5
*162.1	0.781	1041.0	24.4	0.939	679.8	5.30	1.68	68.3
*189.9	0.700	932.8	21.8	0.914	618.7	4.86	1.45	68.6
*210	0.637	849.5	19.8	0.894	570.0	4.52	1.29	68.6

Molekulargewicht: 138.08.

Radius der Kapillare: 0.04439 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Substanz siedet konstant bei 214.5° C; nach Unterkühlung bis -76° C erstarrte sie zu Kristallen, die bei -52° C schmelzen.

 Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen -22° und 0°	2.83
„ 0° „ 210°	2.25

 Hydrochinon-Dimethyläther: $\text{C}_7\text{H}_4(\text{OCH}_3)_{2(1,4)}$.

Temp. in °C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
66	1.106	1474.5	34.7	1.036	905.4	6.83	2.78	70.3
86.5	1.031	1374.1	32.3	1.008	858.3	6.53	2.51	70.0
106	0.974	1299.2	30.5	0.990	820.3	6.28	2.29	70.3
126	0.909	1213.8	28.4	0.976	771.1	5.94	2.05	68.3
146	0.843	1124.4	26.4	0.957	726.2	5.63	1.85	72.5
166	0.775	1032.7	24.2	0.938	674.7	5.26	1.66	75.6
184	0.709	945.3	22.1	0.921	623.7	4.89	1.48	76.0
206	0.628	837.0	19.5	0.901	558.4	4.41	1.27	76.0

Molekulargewicht: 138.08.

Radius der Kapillare: 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Substanz schmilzt bei 56° C; unter 20 mm Druck siedet die Verbindung bei 109° C. Beim Abkühlen entsteht erst ein Glas, das dann zu feinen Nadeln kristallisiert.

 Zwischen 66° C und 106° C ist der Temperaturkoeffizient von μ ca. 2.11; zwischen 106° C und 166° C ca. 2.46; und zwischen 166° C und 206° C ca. 2.88 Erg pro Grad. Die bezügliche Kurve ist konkav in bezug auf die Temperaturachse.

2-Nitro-Resorcin: $C_6H_3(OH)_2(NO_2)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	
90.7	1.276	1701.1	39.5
109.5	1.208	1610.6	37.4
125	1.150	1533.2	35.6
140	1.101	1466.6	34.0
156.2	1.037	1382.5	32.1
169.2	0.988	1317.8	30.6
185.5	0.940	1253.2	29.1

Molekulargewicht: 155.0.

Radius der Kapillare: 0.04644 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung ist zinnroter gefärbt; sie schmilzt scharf bei 85° C und ist bei höheren Temperaturen sehr flüchtig. Über 180° beginnt die Flüssigkeit sich braun zu färben wegen eintretender Oxydation und Zersetzung.

Veratrol: $C_6H_4(OCH_3)_{2(1,2)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
*0	1.345	1793.7	42.5	1.105	1062.4	7.84	3.97	86.5
29.9	1.209	1611.8	37.7	1.077	958.6	7.14	3.26	74.4
47.3	1.143	1524.0	35.6	1.059	915.4	6.86	2.96	70.8
64.5	1.083	1444.2	33.7	1.044	874.9	6.58	2.69	70.8
81.2	1.026	1367.9	31.9	1.029	836.2	6.32	2.46	70.9
104.5	0.945	1260.2	29.3	1.009	778.2	5.92	2.17	68.6
124.8	0.879	1172.3	27.2	0.989	732.1	5.61	1.95	68.6
151.5	0.795	1058.2	24.4	0.967	666.6	5.15	1.67	60.5
178	0.719	958.8	22.1	0.943	614.0	4.78	1.46	54.6
196	0.678	904.3	20.8	0.928	584.1	4.57	1.35	54.6

Molekulargewicht: 138.0.

Radius der Kapillare: 0.04777 cm;

bei der mit * vermerkten Beobachtung war er 0.04839 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Bei 759 mm Druck liegt der Siedepunkt bei 206° C. In einem Kältegemisch erstarrt die Substanz bald und schmilzt dann wieder bei +22° C. Beim Siedepunkt hat χ den Wert von 19.9 Erg pro qcm.

Bei 25° C ist die Dichte 1.0812; bei 50° C 1.0570; bei 75° C 1.0325. Bei 1° C im allgemeinen: $d_4^0 = 1.1051 - 0.00095 t - 0.00000024 t^2$.

Im Anfang ist $d\mu/dt$ ziemlich groß; zwischen 0° C und 30° C 8.47 Erg. Dann bis 150° C ziemlich konstant: 2.39 Erg, um zwischen 151° C und 178° C auf 1.98, und zwischen 178° C und 196° C auf 1.66 Erg pro Grad zu sinken.

4-5-Dinitro-Veratrol: $\text{CH}_3\text{O} \cdot \text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_2 \cdot \text{OCH}_3$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
130.8	1.349	1798.3	41.0	1.326	1268.0	6.31	3.56	79.4
144.5	1.307	1724.5	39.7	1.312	1236.5	6.17	3.37	80.2
167.2	1.236	1648.0	37.5	1.287	1183.1	5.94	3.08	91.2
182	1.178	1570.8	35.7	1.270	1136.3	5.73	2.87	97.6
194.5	1.125	1499.3	34.0	1.251	1093.1	5.54	2.70	120.5
208	1.042	1389.2	31.5	1.241	1018.2	5.06	2.40	120.5

Molekulargewicht: 228.06.

Radius der Kapillare: 0.04660 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung, welche aus Chloroform oder Äthylacetat in langen gelben Nadeln kristallisiert, schmilzt scharf bei 130.5° C. Beim Erhitzen auf ca. 160° C färbt sie sich graduell bräunlich.

Das spezifische Gewicht ist bei 140° C 1.3164; bei 160° C 1.2948; und bei 180° C 1.2726. Bei t° C im allgemeinen:

$$d_{40} = 1.3374 - 0.001035(t - 120) - 0.00000075(t - 120)^2.$$

Der Temperaturkoeffizient von μ steigt schnell mit der Temperatur: zwischen 130° C und 167° C ist er 2.32; zwischen 167° C und 182° C 3.17; zwischen 182° C und 194° C 3.45 Erg. Über 198° C wird er schnell größer, bis ca. 5.5 Erg pro Grad bei 208° C, was auf eintretende Zersetzung hinweist.

 Benzoesaurer Methyl ester: $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CO} \cdot \text{O}(\text{CH}_3)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
0	1.405	1873.1	41.0	1.106	1014.1	7.56	3.77	81.1
*25.1	1.306	1741.2	37.3	1.080	937.4	7.04	3.21	74.9
*45	1.222	1629.2	34.8	1.059	886.1	6.70	2.87	69.5
*74.3	1.110	1479.8	31.6	1.028	820.7	6.27	2.46	69.5
*94.5	1.034	1378.7	29.4	1.006	774.6	5.96	2.21	66.5
115.2	0.946	1261.2	27.4	0.984	732.7	5.68	1.99	66.6
135.3	0.875	1166.9	25.3	0.964	684.8	5.35	1.78	66.5
160	0.791	1054.6	22.8	0.937	628.9	4.96	1.56	63.9
192.5	0.686	914.6	19.7	0.902	558.2	4.46	1.30	63.9

Molekulargewicht: 136.06.

Radius der Kapillare: 0.04439 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04352 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet bei 195.2° C; sie kann bis -21° C unterkühlt werden und kristallisiert dann zu einer Masse, die bei -12.5° C schmilzt. Beim Siedepunkt ist $\chi = 19.4$ Erg pro qcm.

Temperaturkoeffizient von μ .		Wert von $\frac{d\mu}{dt}$
Temperaturtrajekt:		
Zwischen	0° und 25°	3.0
„	25° „ 45°	2.6
„	45° „ 192°	2.21

Benzoesaurer Äthylester: $C_6H_5 \cdot CO \cdot O(C_2H_5)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$A^2 M$ T	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-20.5	1.338	1783.8	39.0	1.081	1045.7	7.36	4.37	63.7
0	1.271	1694.1	37.0	1.066	1001.3	7.08	3.89	63.8
*25	1.213	1617.6	34.6	1.047	947.7	6.74	3.39	63.8
*45.1	1.148	1530.4	32.7	1.032	904.3	6.46	3.05	63.9
*75	1.044	1392.4	29.7	1.009	833.8	6.00	2.59	63.8
*94.4	0.972	1295.9	27.6	0.995	782.1	5.66	2.31	63.6
114.6	0.892	1189.4	25.8	0.980	738.5	5.37	2.08	63.8
135.4	0.833	1110.6	24.0	0.964	694.6	5.08	1.87	64.0
160.2	0.740	986.7	21.3	0.945	624.7	4.60	1.59	58.1
192.1	0.649	865.0	18.6	0.921	554.9	4.12	1.33	53.9
200	0.628	838.0	18.0	0.914	539.7	4.02	1.27	53.9

Molekulargewicht: 150.08.

Radius der Kapillare: 0.04439 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04352 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Substanz siedet bei 210.8° C; sie kann bis -79° C unterkühlt werden, kristallisiert dann aber sehr langsam zu einer Masse, die bei -34° C schmilzt. Beim Siedepunkt ist $\chi = 17.4$ Erg pro qcm. Bei -70° C ist die Flüssigkeit so zähe, daß vertrauenswürdige Messungen von χ nicht mehr möglich waren.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist zwischen -20° C und 200° C so gut wie konstant: 2.29.

Benzoesaurer Benzylester: $C_6H_5 \cdot CO \cdot O \cdot (CH_2 \cdot C_6H_5)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$A^2 M$ T	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
21.8	1.622	2162.4	47.4	1.153	1533.2	8.38	7.08	73.3
0	1.548	2063.5	45.2	1.136	1476.6	8.11	6.30	73.3
25	1.456	1941.9	42.5	1.115	1405.7	7.77	5.53	73.2
45	1.384	1851.8	40.5	1.099	1352.5	7.52	5.01	72.6
70.8	1.294	1725.8	37.6	1.078	1271.9	7.11	4.39	72.3
90.8	1.230	1640.0	35.8	1.062	1223.2	6.88	4.01	71.1
106.2	1.179	1572.4	34.3	1.042	1186.9	6.71	3.75	68.4
135.1	1.092	1455.2	31.7	1.027	1107.6	6.30	3.27	63.1
*159.9	0.949	1265.9	29.8	1.006	1055.6	6.04	2.96	57.1
*190	0.890	1186.7	27.9	0.982	1004.4	5.79	2.65	55.7
*210.5	0.849	1132.6	26.6	0.965	968.8	5.62	2.46	55.7

Molekulargewicht: 212.10.

Radius der Kapillare: 0.04439 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet unter Atmosphärendruck bei 308° C; sie kann bis -70° C unterkühlt werden und erstarrt dann. Der Schmelzpunkt ist etwas höher als 12° C. Beim Siedepunkt ist $\chi = 22.4$ Erg pro qcm.

Die Dichte bei 25° C war $d_4^{25} = 1.1151$; bei 50° C 1.0940; bei 75° C 1.0724. Bei t° C ist $d_4^t = 1.1357 - 0.000814 t - 0.0000008 t^2$.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen -22° und 135°	2.70
„ 135° „ 160°	2.08
„ 160° „ 211°	1.66

Salicylsaurer Methylester: $C_6H_4(OH)_{(1)} \cdot CO \cdot OCH_3_{(9)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häasion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-19.8	1.518	2027.8	44.2	1.220	1102.9	7.39	4.44	74.3
0.3	1.436	1914.8	41.8	1.202	1053.4	7.09	3.95	71.6
*25	1.372	1829.0	39.1	1.179	998.1	6.76	3.45	70.1
*45	1.303	1737.2	37.1	1.158	956.4	6.53	3.12	70.2
*74.7	1.193	1590.1	33.9	1.128	891.7	6.13	2.68	70.1
*94	1.124	1498.2	31.9	1.110	848.3	5.86	2.43	70.1
114.5	1.031	1374.2	29.8	1.092	801.2	5.56	2.18	70.1
135.2	0.968	1290.5	27.9	1.073	758.4	5.30	1.98	70.4
160.5	0.867	1155.9	24.9	1.050	686.7	4.84	1.70	68.3
192.9	0.760	1013.7	21.8	1.021	612.6	4.36	1.42	68.4
212.2	0.696	928.1	19.8	1.003	562.9	4.03	1.26	68.3

Molekulargewicht: 152.06.

Radius der Kapillare: 0.04439 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04352 cm.

Eintauchtiefe 0.1 mm.

Die Verbindung siedet konstant bei 223° C; sie kann bis -50° C unterkühlt werden und kristallisiert dann zu einer Masse, die bei -8.5° C schmilzt. Beim Siedepunkt ist $\chi = 19.3$ Erg pro qcm.

Die Dichte bei 25° C war $d_{40} = 1.1787$; bei 50° C 1.1541; bei 75° C 1.1285.

Bei t° C: $d_{40} = 1.2023 - 0.000924 t - 0.0000008 t^2$.

Die $\mu - t$ -Kurve kann als eine gerade Linie betrachtet werden, zwischen -20° C und 212° C mit dem Wert 2.30 für $\frac{d\mu}{dt}$.

Salicylsaurer Äthylester: $C_6H_4(OH)_{(1)} \cdot CO \cdot O(C_2H_5)_{(9)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häasion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
0	1.346	1794.5	39.1	1.154	1073.8	6.91	4.20	69.7
*25	1.275	1700.4	36.3	1.130	1011.0	6.55	3.65	66.1
*45.1	1.206	1608.5	34.3	1.110	966.7	6.30	3.29	65.2
*74.1	1.110	1479.8	31.5	1.082	903.0	5.94	2.84	62.7
*94.3	1.047	1395.9	29.7	1.063	861.6	5.70	2.58	62.8
115.1	0.963	1284.1	27.8	1.043	816.7	5.44	2.33	62.3
135.2	0.906	1207.4	26.1	1.024	776.2	5.20	2.11	62.4
159.8	0.828	1103.8	23.8	1.001	718.6	4.85	1.86	61.9
193	0.723	964.2	20.7	0.980	633.9	4.31	1.54	61.7
212.5	0.669	892.1	19.1	0.962	592.2	4.05	1.38	61.8

Molekulargewicht: 166.08.

Radius der Kapillare: 0.04439 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04352 cm.

Eintauchtiefe 0.1 mm.

Die Substanz siedet unter Atmosphärendruck konstant bei 231.2° C. Bei -20° C wird sie fest und schmilzt dann bei ca. -10° C. Beim Siedepunkt hat χ den Wert 17.6 Erg pro qcm.

Die Dichte bei 25° C war $d_{40} = 1.1298$; bei 50° C 1.1053; bei 75° C 1.0806. Bei t° C: $d_{40} = 1.1541 - 0.000968 t - 0.00000016 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist zwischen 0° C und 212° konstant gleich 2.23.

Salicylsaurer Phenylester (Salol): $C_6H_4(OH)_{(1)} \cdot CO \cdot O(C_6H_5)_{(2)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-20.1	(2.613)	(3482.8)	(76.5)	1.221	(2396.4)	(12.78)	(10.82)	(463.9)
0	1.571	2095.1	45.7	1.202	1446.7	7.75	6.08	73.0
25	1.485	1980.6	43.2	1.179	1385.2	7.47	5.37	73.0
45	1.419	1892.3	41.2	1.160	1305.1	7.24	4.88	71.7
72	1.335	1779.7	38.7	1.136	1272.0	6.95	4.31	71.8
90.1	1.272	1695.8	36.8	1.120	1221.1	6.70	3.95	71.7
116	1.193	1590.4	34.5	1.098	1160.0	6.41	3.53	71.8
135	1.132	1509.3	32.7	1.078	1130.3	6.19	3.25	71.9
*160	0.971	1295.0	30.3	1.055	1046.3	5.86	2.90	68.0
*189.8	0.890	1186.7	27.7	1.026	974.5	5.50	2.55	57.3
*211.6	0.846	1128.5	26.3	1.006	937.5	5.33	2.36	57.3

Molekulargewicht: 214.08.

Radius der Kapillare: 0.04439 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04803 cm.

Eintauchtiefe 0.1 mm.

Unter 12 mm Druck siedet das Salol bei 173° C; bei -33° C wird es spontan fest und schmilzt dann bei 42° C; es läßt sich daher enorm unterkühlen und kristallisiert nur äußerst langsam.

Die Dichte bei 35° C ist $d_{40} = 1.1697$; bei 50° C 1.1553; bei 75° C 1.1330.

Zwischen -20° C und 211.6° C ist der Wert von $\frac{d\mu}{dt}$ ziemlich konstant gleich 2.43 Erg pro Grad.

Zimmtsaurer Methylester: $C_6H_5 \cdot CH:CH \cdot CO \cdot O(CH_3)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
45	1.329	1771.8	38.7	1.062	1105.2	7.43	3.79	74.3
71	1.230	1639.8	35.8	1.038	1038.1	7.03	3.31	69.2
90.6	1.166	1554.5	33.9	1.020	994.5	6.78	3.02	68.4
116.2	1.092	1455.2	31.7	0.997	944.2	6.48	2.70	68.7
135.4	1.024	1365.2	29.7	0.980	894.9	6.18	2.45	70.5
*159.7	0.868	1157.6	27.1	0.958	829.0	5.77	2.16	70.4
*190.5	0.777	1035.9	24.2	0.930	755.1	5.31	1.86	71.9
*210.9	0.712	949.4	22.1	0.911	699.1	4.95	1.66	71.9

Molekulargewicht: 162.08.

Radius der Kapillare: 0.04439 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Ester siedet bei 253.5° C und schmilzt bei 36.5° C. Beim Siedepunkt hat χ den Wert 18.5 Erg pro qcm.

Das spezifische Gewicht bei 35° C ist $d_{40} = 1.0700$; bei 50° C 1.0573; bei 75° C 1.0340.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist hier zwischen 45° C und 211° C ziemlich konstant gleich 2.44 Erg pro Grad.

Zimmtsaurer Äthylester: $C_8H_8 \cdot CH:CH \cdot COO(C_2H_5)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$A^2 M$ T	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
25.7	1.164	1552.6	36.5	1.045	1113.6	7.12	4.20	70.9
40.5	1.111	1481.6	34.8	1.032	1070.7	6.88	3.86	65.5
55.8	1.064	1418.5	33.3	1.018	1033.8	6.67	3.57	65.2
80	0.994	1325.2	31.0	0.997	975.9	6.34	3.16	65.2
92	0.956	1274.5	29.8	0.987	944.4	6.16	2.97	64.1
116.5	0.883	1176.9	27.5	0.966	884.1	5.80	2.62	59.0
*136	0.854	1139.2	26.0	0.953	843.5	5.56	2.40	59.1
*149.5	0.819	1092.1	24.9	0.941	814.6	5.40	2.25	59.1
*176	0.732	976.4	22.2	0.922	736.3	4.91	1.93	58.6
*194.8	0.694	925.0	21.0	0.909	703.1	4.71	1.77	59.0

Molekulargewicht: 176.1. Radius der Kapillare: 0.04792 cm;
bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04670 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Bei 755 mm Druck siedet die Flüssigkeit bei 269° C; unter 21 mm Druck bei 158° C. Sie erstarrt beim Abkühlen bald und schmilzt dann bei +6.5° C. Über 194° C scheint eine langsame Zersetzung einzutreten.

Die Dichte bei 25° C war 1.0457; bei 50° C 1.0234; bei 75° C 1.0018. Bei t° C: $d_{40} = 1.0687 - 0.000934 t + 0.00000056 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ schwankt in etwas unregelmäßiger Weise um den Mittelwert 2.41. Derselbe ist also relativ groß.

Acetophenon: $CH_3 \cdot CO \cdot C_6H_5$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$A^2 M$ T	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
24.8	1.375	1833.6	40.1	1.024	963.5	7.98	3.22	83.6
44.7	1.277	1703.1	37.2	1.007	903.8	7.53	2.85	76.0
71	1.169	1558.9	34.0	0.984	839.1	7.05	2.46	71.5
90.3	1.098	1464.2	31.9	0.967	796.3	6.73	2.22	64.6
117	1.017	1356.2	29.5	0.945	747.8	6.37	1.96	63.0
135.3	0.966	1288.6	28.0	0.929	717.9	6.15	1.81	63.1
*160	0.824	1099.3	25.8	0.907	672.1	5.80	1.61	60.4
*189.9	0.750	999.4	23.4	0.881	621.5	5.42	1.40	55.3
*200	0.728	970.2	22.7	0.872	607.1	5.31	1.35	55.3

Molekulargewicht: 120.06. Radius der Kapillare: 0.04439 cm;
bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04803 cm.

Eintauchtiefe 0.1 mm.

Die Verbindung siedet konstant bei 201.5° C; sie erstarrt bei -20° C und schmilzt erst bei +20.5° C. Beim Siedepunkt ist $\chi = 22.5$ Erg pro qcm.

Die Dichte bei 25° C ist $d_{40} = 1.0236$; bei 50° C 1.0026.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen 25° und 45°	2.99
„ 45° „ 71°	2.45
„ 71° „ 90°	2.19
„ 90° „ 160°	1.76
„ 160° „ 200°	1.61

Salicylaldehyd: $C_6H_5 \cdot COH$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
0	1.534	2045.5	44.8	1.176	989.4	7.77	3.47	74.3
25	1.443	1923.8	42.1	1.152	942.6	7.45	3.05	74.3
45.5	1.368	1823.8	39.9	1.132	903.9	7.19	2.76	74.3
70.7	1.274	1698.6	37.1	1.108	852.5	6.83	2.42	72.5
90.5	1.205	1606.5	35.0	1.090	813.1	6.55	2.20	72.4
116.2	1.115	1486.8	32.4	1.066	764.0	6.20	1.94	71.7
135.4	1.053	1403.8	30.6	1.052	727.9	5.93	1.77	71.8
*160	0.896	1195.1	28.1	1.030	677.9	5.56	1.57	71.8
*190	0.796	1061.9	24.9	1.002	607.2	5.07	1.34	71.7

Molekulargewicht: 122.05.

Radius der Kapillare: 0.04459 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet konstant bei 192.5° C; sie erstarrt leicht und schmilzt dann bei -7° C. Bei 25° C ist die Dichte $d_{40} = 1.1525$; bei 50° C: 1.1282; bei 75° C: 1.1036. Bei t° im allgemeinen: $d_{40} = 1.1765 - 0.000954 t - 0.00000024 t^2$. Beim Siedepunkt ist χ gleich 24.7 Erg pro qcm.

Temperaturkoeffizient von μ .

Zwischen 0° und 160° ist $\frac{d\mu}{dt}$ gleich 1.98; zwischen 160° und 190° etwas größer: 2.19.

Anisaldehyd: $CH_3O_{(1)}C_6H_4 \cdot COH_{(1)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
0	1.489	1984.7	44.9	1.142	1087.2	8.02	4.00	79.8
24.5	1.386	1847.8	41.8	1.120	1025.4	7.61	3.48	79.9
31.5	1.364	1808.9	40.9	1.114	1006.9	7.49	3.35	72.3
46.5	1.299	1741.1	39.5	1.101	980.1	7.32	3.12	72.4
61	1.268	1682.9	38.0	1.088	950.3	7.12	2.90	72.4
74.2	1.205	1609.3	36.5	1.077	919.0	6.19	2.71	71.9
90.3	1.159	1545.8	34.8	1.063	883.9	6.68	2.50	71.9
101	1.132	1506.8	33.7	1.054	860.8	6.52	2.37	71.8
124	1.052	1400.8	31.3	1.030	811.9	6.20	2.12	71.8
140.2	0.996	1327.8	29.8	1.022	777.0	5.95	1.96	71.1
154.2	0.946	1262.3	28.4	1.009	746.9	5.74	1.83	70.7
175	0.882	1177.6	26.5	0.993	704.3	5.44	1.65	70.9
194.1	0.822	1095.7	24.5	0.977	658.3	5.14	1.50	70.8
210	0.770	1027.2	22.9	0.963	621.2	4.85	1.37	70.7

Molekulargewicht 136.07.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Aldehyd siedet unter 751 mm Druck bei 246° C; bei -12° wird es fest, und schmilzt dann bei +2.5° C; nach WALDEN wäre der Schmelzpunkt -2° C. Die Dichte bei 25° C ist 1.1199; bei 50° C 1.0980; bei 75° C 1.0764; bei t° ist $d_{40} = 1.1421 - 0.000894 t + 0.00000024 t^2$. Der Temperaturkoeffizient von μ schwankt um den Mittelwert 2.06 Erg pro Grad.

Benzophenon: $C_6H_5 \cdot CO \cdot C_6H_5$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
50.3	1.397	1862.5	40.0	1.087	1215.5	7.51	4.23	71.4
65	1.341	1787.9	38.4	1.075	1175.5	7.28	3.92	71.2
75	1.317	1755.9	37.7	1.067	1160.0	7.20	3.77	71.5
91	1.255	1673.5	35.9	1.055	1112.8	6.94	3.47	68.7
104.1	1.214	1618.6	34.7	1.039	1086.7	6.81	3.29	68.6
121	1.165	1558.7	33.2	1.028	1047.1	6.59	3.04	65.9
130.5	1.138	1518.0	32.5	1.021	1029.7	6.49	2.93	66.0
151	1.076	1435.7	30.7	1.003	984.3	6.24	2.68	65.9
171.8	1.015	1349.9	28.9	0.985	937.8	5.98	2.45	68.0
184.3	0.977	1303.1	27.8	0.973	909.5	5.83	2.32	71.7
200	0.925	1234.5	26.3	0.960	868.1	5.59	2.15	71.7

Molekulargewicht: 182.08.

Radius der Kapillare: 0.04374 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Substanz wurde mehrmals aus Alkohol umkristallisiert; sie schmilzt bei 48.5° C, während ihre metastabile Form bei 26.5° C schmilzt; der Siedepunkt unter Atmosphärendruck ist 305° C. Die Dichte bei 50° C ist $d_{40} = 1.0869$; bei 75° C 1.0669; bei 100° C 1.0464. Bei t° C: $d_{40} = 1.1064 - 0.00077(t - 25) - 0.0000004(t - 25)^2$.

 Der Temperaturkoeffizient von μ ist im Mittel 2.27 Erg pro Grad.

 3-4-3'-4'-Tetrachlorbenzophenon: $C_6H_3Cl_2 \cdot CO \cdot C_6H_3Cl_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	
154	1.134	1511.7	35.1
170	1.090	1453.1	33.7
186.5	1.037	1382.4	32.1
201.8	0.993	1323.6	30.7
220	0.948	1263.7	29.3

Molekulargewicht: 320.0.

Radius der Kapillare: 0.04644 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die farblose, prachtvoll kristallisierte Verbindung schmilzt bei 142° C.

 2-4-2'-4'-Tetrachlorbenzophenondichlorid: $C_6H_3Cl_2 \cdot CCl_2 \cdot C_6H_3Cl_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
156	1.037	1382.5	31.2	1.442	1270.7	4.41	3.86	49.6
170	1.002	1358.7	30.6	1.429	1253.8	4.37	3.70	50.5
185.5	0.994	1325.2	29.9	1.415	1233.2	4.31	3.52	56.5
199.2	0.969	1291.9	29.1	1.401	1208.2	4.24	3.36	59.3
218	0.943	1253.2	27.9	1.390	1164.5	4.09	3.12	59.3

Molekulargewicht: 374.80.

Radius der Kapillare: 0.04644 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung kristallisiert in schönen, farblosen Kristallen, die bei 140° C schmelzen.

Bei 145° C ist die Dichte 1.4523; bei 165° C 1.4336; bei 185° C 1.4146. Bei t° C: $d_{4^{\circ}} = 1.4570 - 0.0009425(t - 140)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ steigt schnell mit Erhöhung der Temperatur: zwischen 156° und 170° C 1.21 Erg; zwischen 170° und 185° 1.33 Erg; zwischen 185° und 199° C 1.82 Erg und zwischen 199° und 218° C 2.32 Erg pro Grad.

Anilin: $C_6H_5(NH_2)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg in qcm	Spez. Gew. $d_{4^{\circ}}$	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
0	1.573	2096.5	45.4	1.038	909.3	8.92	3.04	76.2
5.3	1.552	2069.8	44.8	1.032	900.8	8.85	2.96	75.4
26.2	1.473	1963.8	42.5	1.015	864.0	8.54	2.66	71.8
34.7	1.452	1935.8	41.8	1.008	853.7	8.46	2.56	72.1
54.8	1.371	1827.8	39.5	0.990	816.5	8.14	2.31	75.6
70	1.320	1759.8	38.0	0.976	793.0	7.94	2.15	75.7
100	1.190	1586.5	34.2	0.949	727.2	7.35	1.83	75.2
109.5	1.156	1541.6	33.2	0.941	709.9	7.20	1.75	76.8
126	1.089	1459.8	31.4	0.924	679.6	6.93	1.62	76.9
143	1.027	1369.2	29.4	0.907	644.3	6.61	1.48	85.1
148.8	0.998	1331.8	28.6	0.902	629.0	6.47	1.43	85.1
173.7	0.889	1185.8	25.4	0.877	569.2	5.91	1.23	85.3

Molekulargewicht: 93.04.

Radius der Kapillare: 0.04385 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter Atmosphärendruck siedet das Anilin konstant bei 184° C. Es war farblos; erst bei höheren Temperaturen fing es an sich gelblich zu färben. Der Schmelzpunkt liegt bei -6° C. Beim Siedepunkt ist χ 24.3 Erg pro qcm.

Temperaturkoeffizient von μ .		Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Temperaturtrajekt:		
Zwischen	0° und 35°	1.57
„	35° „ 70°	1.73
„	70° „ 174°	2.16

Meta-Nitroanilin: $C_6H_4(NH_2)_{(1)}NO_{2(s)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. $d_{4^{\circ}}$	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
124.2	1.410	1879.8	42.7	1.206	1006.7	7.22	2.51	79.2
140.5	1.357	1809.7	41.2	1.192	979.0	7.05	2.35	79.2
157	1.266	1674.5	39.7	1.177	951.4	6.88	2.21	79.3
170	1.274	1698.4	38.5	1.166	928.4	6.73	2.10	79.7
186.2	1.221	1631.5	37.0	1.152	899.4	6.55	1.97	79.7
201.3	1.184	1577.4	35.6	1.139	872.0	6.37	1.86	79.7

Molekulargewicht: 138.07.

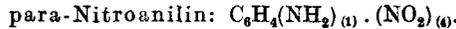
Radius der Kapillare: 0.04644 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die schön gelb gefärbte und kristallisierte Substanz schmilzt bei 112° C; wegen der über 200° C eintretenden Zersetzung unter Braunfärbung der Flüssigkeit, wurden die Messungen nicht weiter fortgesetzt. Unter Atmosphärendruck würde nach den Literaturangaben der Siedepunkt bei 286° C liegen; offenbar aber ist dann schon Zersetzung eingetreten.

Bei 120° C ist die Dichte 1.2095; bei 140° C 1.1921; bei 160° C 1.1747. Bei t° C: $d_{40} = 1.2269 - 0.00087(t - 100^{\circ})$.

Der Temperaturkoeffizient ist ziemlich konstant und im Mittel 1.74 Erg pro Grad.



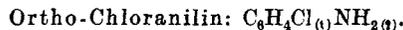
Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	
151	1.601	2135.3	46.7
171.5	1.536	2048.4	44.8
184.5	1.496	1993.6	43.6

Molekulargewicht: 138.07.

Radius der Kapillare: 0.04374 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die schönen orangegelben Kristalle schmelzen bei 147° C. Die Substanz ist bei höheren Temperaturen so flüchtig, daß es kaum möglich ist, über 190° C noch vertrauenswürdige Versuche anzustellen.



Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
*-19	1.444	1926.0	45.7	1.259	993.0	7.40	3.72	72.9
*0	1.379	1839.2	43.6	1.239	957.6	7.18	3.35	71.0
29.7	1.300	1733.3	40.5	1.208	904.6	6.84	2.88	70.9
47.8	1.240	1653.7	38.6	1.190	870.8	6.62	2.63	70.6
64.8	1.180	1574.2	36.7	1.174	835.5	6.38	2.41	70.5
80.9	1.130	1507.3	35.1	1.160	805.5	6.17	2.22	59.8
104.5	1.055	1406.8	32.7	1.140	759.1	5.85	1.98	70.4
125.1	0.977	1302.1	30.2	1.124	707.8	5.48	1.76	52.9
151.8	0.934	1245.2	28.8	1.103	683.5	5.32	1.60	53.0
177.5	0.883	1176.4	27.2	1.085	652.6	5.11	1.45	52.9
196.5	0.848	1130.4	26.1	1.073	630.9	4.96	1.35	52.9

Molekulargewicht: 127.52.

Radius der Kapillare: 0.04777 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04839 cm.

Eintauchtiefe 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siede unter 760 mm Druck bei 210,5° C. Sie kann stark unterkühlt werden, schmilzt aber dann erst wieder bei 0° C. Beim Siedepunkt hat χ den Wert 25.3 Erg pro Quadratcentimeter.

Bei 28.5° C ist die Dichte 1.2178; bei 50° C 1.1890; bei 75° C 1.1660. Bei t° C: $d_{40} = 1.2388 - 0.001047t + 0.000001t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist bis 125° C ziemlich konstant und gleich 1.97 Erg; nachher fällt er auf etwa 1.1 Erg pro Grad.

para-Chloranilin: $C_6H_4(NH_2)_{(1)} \cdot Cl_{(4)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
74.6	1.322	1762.5	37.8	1.166	864.5	6.61	2.43	71.9
90.6	1.262	1682.5	36.1	1.151	832.8	6.40	2.24	71.7
104.1	1.221	1627.9	34.9	1.139	810.7	6.25	2.11	70.7
121	1.166	1554.5	33.3	1.124	780.4	6.04	1.96	67.6
130.4	1.144	1525.2	32.6	1.116	767.7	5.96	1.88	67.7
151	1.073	1431.1	30.6	1.097	728.8	5.69	1.71	67.5
170	1.015	1353.2	28.9	1.080	695.6	5.46	1.57	58.6
185	0.981	1307.7	27.9	1.067	676.9	5.33	1.48	58.6

Molekulargewicht: 127.52.

Radius der Kapillare: 0.04374 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung wurde mehrmals aus Gemischen von Chloroform und Äther umkristallisiert. Die schönen, farblosen Kristalle schmelzen bei 70° C. Die Verbindung siedet bei 232° C. Bei 70° C ist $d_{40} = 1.1704$; bei 100° C 1.1432. Die Dichte bei t° kann berechnet werden aus der Beziehung $d_{40} = 1.2337 - 0.000903 t$. Beim Siedepunkt soll χ einen Wert haben, der nicht weit von 25 Erg verschieden sein kann. Da die Flüssigkeit bei 170° C dunkelviolett wird, wurden die Messungen nicht weiter fortgesetzt.

Der Temperaturkoeffizient fällt allmählich ein wenig mit steigender Temperatur: von 1.98 Erg zwischen 74° und 91° C bis 1.24 zwischen 170° und 185° C.

Im Mittel ist $\frac{d\mu}{dt}$ etwa 1.64 Erg pro Grad.

Monomethylanilin: $C_6H_5NH(CH_3)$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekular- Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
*-18	1.332	1775.8	42.2	1.033	931.2	8.33	3.50	72.0
*0	1.268	1690.5	40.1	1.015	895.2	8.06	3.16	71.2
29.8	1.174	1565.8	36.7	0.985	835.9	7.60	2.69	69.4
49.3	1.106	1474.5	34.6	0.965	799.0	7.31	2.43	68.1
65	1.058	1410.9	33.0	0.952	768.9	7.07	2.24	68.2
80.9	1.005	1339.8	31.3	0.936	737.6	6.82	2.06	65.6
104.5	0.934	1245.2	29.0	0.915	693.8	6.46	1.83	65.6
122	0.879	1172.3	27.3	0.899	660.9	6.19	1.68	64.0
152	0.791	1055.0	24.5	0.872	605.3	5.73	1.44	64.0
178.8	0.713	950.4	22.0	0.850	552.9	5.28	1.25	58.1
195	0.672	895.9	20.7	0.837	525.6	5.04	1.15	58.1

Molekulargewicht: 107.08.

Radius der Kapillare: 0.04777 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04839 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Monomethylanilin siedet unter 759 mm Druck konstant bei 195.5° C. Nach starker Unterkühlung erstarrt es und schmilzt dann bei -57° C. Die Dichte bei 25° C ist 0.9898; bei 50° C 0.9656; bei 75° C 0.9420. Bei t° C: $d_{40} = 1.0146 - 0.001004 t + 0.00000048 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant gleich 1.90 Erg pro Grad.

para-Nitromonomethylanilin: $C_6H_4(NHCH_3)(NO)_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häasion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
155.2	1.525	2032.7	46.3	1.201	1167.5	7.86	2.79	78.0
170	1.469	1958.2	45.2	1.189	1147.5	7.75	2.66	86.8
186	1.440	1919.7	43.7	1.176	1117.5	7.59	2.51	111.6
199	1.373	1830.3	41.6	1.165	1070.5	7.26	2.34	111.4
210	1.324	1765.7	40.1	1.156	1037.2	7.07	2.23	111.6

Molekulargewicht: 152.08.

Radius der Kapillare: 0.04644 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die gelben, schön violett reflektierenden Kristalle schmelzen bei 152° C. Über 190° C wird die Schmelze allmählich dunkler, so daß die Messungen nicht länger fortgesetzt wurden.

Das spezifische Gewicht bei 160° C war 1.1968; bei 180° C 1.1807; bei 200° C 1.1643. Bei $t^\circ C$: $d_{40} = 1.2049 - 0.0008125(t - 150)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ wächst abnormal stark mit steigender Temperatur, von 1,3 Erg bei 155° C auf 3,3 Erg bei 210° C. Offenbar ist die allmähliche Zersetzung Schuld daran.

 Nitrosomethylanilin: $C_6H_5N(NO)CH_3$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häasion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
*0	1.439	1919.1	45.7	1.143	1106.0	8.16	4.06	70.0
*30.4	1.356	1808.1	43.0	1.117	1056.8	7.85	3.52	72.4
46.9	1.314	1752.4	41.4	1.099	1028.5	7.68	3.27	72.8
58.6	1.280	1707.0	40.3	1.092	1005.4	7.53	3.09	72.8
85.9	1.190	1587.1	37.5	1.068	949.6	7.16	2.72	76.6
103.3	1.132	1508.6	35.6	1.054	909.4	6.89	2.49	77.4
117.6	1.079	1438.3	33.9	1.041	873.2	6.64	2.31	77.3
127.4	1.048	1397.0	32.9	1.033	851.8	6.50	2.21	77.3

Molekulargewicht: 136.08.

Radius der Kapillare: 0.04839 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04867 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Base siedet konstant bei 128° C und 760 mm Druck; in einem Gemisch von Eis und Kochsalz erstarrt sie und schmilzt dann bei +13° C. Über 125° wird die Flüssigkeit allmählich dunkler durch eintretende Zersetzung. Das spezifische Gewicht bei 25° C war 1.1213; bei 50° C 1.0995; bei 75° C 1.0779. Bei $t^\circ C$: $d_{40} = 1.1430 - 0.000868 t$.

Anfänglich wächst der Temperaturkoeffizient von μ mit steigender Temperatur erst von 1.63 Erg bei 0° auf 1.99 Erg bei 30° C. Dann bleibt er ziemlich konstant auf 2.27 Erg pro Grad.

Dimethylanilin: $C_6H_5 \cdot N(CH_3)_2$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häasion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
26	1.165	1553.2	36.6	0.951	926.4	7.85	3.18	74.9
45.5	1.087	1449.1	34.1	0.935	873.0	7.44	2.83	67.5
66.5	1.018	1357.5	31.9	0.917	827.3	7.09	2.53	66.5
86.5	0.959	1278.4	30.0	0.900	787.8	6.80	2.20	66.7
106	0.893	1190.8	27.9	0.884	741.5	6.44	2.06	66.2
125.8	0.831	1107.6	25.9	0.867	697.3	6.09	1.85	65.8
146	0.768	1024.4	23.9	0.850	652.0	5.74	1.66	65.8
166	0.709	945.3	22.0	0.832	608.8	5.39	1.49	65.9
184	0.650	866.1	20.1	0.817	563.0	5.02	1.33	65.8

Molekulargewicht: 121.11.

Radius der Kapillare: 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Der Siedepunkt lag konstant bei 191° C. Die Verbindung erstarrt bei Abkühlung schnell und schmilzt bei 0.5° C. Beim Siedepunkt ist χ etwa 19.3 Erg pro Quadratcentimeter.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen 26° und 46°	2.72
„ 46° und 184°	2.23

Diisobutylanilin: $C_6H_5N[CH_2 \cdot CH(CH_3)_2]$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häasion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-18	(1.118)	(1490.0)	(37.0)	0.949	(1332.6)	7.95	6.40	96.4
0	1.049	1398.1	32.8	0.932	1195.6	7.18	5.39	63.4
26	0.959	1278.5	29.9	0.909	1108.2	6.71	4.60	62.5
40.7	0.908	1210.3	28.3	0.899	1056.7	6.42	4.20	57.5
55.7	0.864	1151.9	26.9	0.885	1015.0	6.20	3.87	55.2
80.2	0.800	1066.6	24.8	0.866	949.3	5.84	3.39	52.0
92.5	0.770	1026.7	23.9	0.860	919.1	5.67	3.18	52.0
115.5	0.711	947.4	22.1	0.847	858.6	5.32	2.81	52.0
*135.3	0.678	903.6	20.5	0.836	803.4	5.00	2.51	51.9
*149.2	0.642	856.6	19.4	0.832	762.7	4.76	2.31	51.9
*175.9	0.577	769.2	17.4	0.823	689.1	4.31	1.97	51.1
*195.8	0.530	706.6	15.9	0.818	632.2	3.96	1.73	51.1

Molekulargewicht: 205.11.

Radius der Kapillare: 0.04792 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04670 cm

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Base, die unter 21 mm Druck bei 146° C siedet, bleibt bis -20° C flüssig; sie ist dann sehr viskos und wird bei -79° C zu einer harten glasigen Masse, die nicht kristallisiert. Unter Atmosphärendruck soll der Siedepunkt 250° C sein. Die Dichte bei 25° C ist 0.9099; bei 50° C 0.8901; bei 75° C 0.8725. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 0.9319 - 0.000924 t + 0.00000176 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist anfänglich (bis 41°) etwa 3.43 Erg; dann ziemlich konstant 2.73 Erg. Er ist daher sehr groß, auch bei den höheren Temperaturen.

ortho-Toluidin: $\text{CH}_3^{(1)}\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)^{(2)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-20	1.573	2098.0	43.4	1.027	1005.8	9.02	3.82	77.8
0.6	1.492	1989.1	43.0	1.013	961.4	8.66	3.39	78.0
9.3	1.465	1953.1	42.2	1.006	947.9	8.56	3.25	74.7
25	1.403	1870.5	40.4	0.992	915.9	8.31	2.98	71.1
34.6	1.375	1833.1	39.6	0.985	902.1	8.20	2.86	71.3
50.1	1.310	1766.8	37.7	0.973	865.8	7.90	2.62	72.6
70.5	1.234	1645.2	35.5	0.957	824.4	7.56	2.36	72.6
101.4	1.133	1510.5	32.5	0.933	767.6	7.10	2.03	72.9
123.2	1.043	1391.0	29.9	0.916	714.9	6.66	1.80	77.4
144	0.957	1277.0	27.4	0.899	663.3	6.22	1.60	79.1
149.5	0.937	1249.8	26.8	0.895	650.8	6.11	1.58	79.2
172	0.831	1108.2	23.7	0.877	583.3	5.51	1.33	78.9

Molekulargewicht: 107.09.

Radius der Kapillare: 0.04385 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das ortho-Toluidin siedet konstant bei 197,4° C und schmilzt bei -23° C. Es war völlig farblos, wurde aber über 180° C allmählich braunrot. Beim Siedepunkt ist χ gleich 19.9 Erg pro Quadratcentimeter.

Temperaturkoeffizient von μ .		Wert von $\frac{d\mu}{dt}$
Temperaturtrajekt:		
Zwischen -20° und +101°		1.98
„ 101° und 144°		2.44
„ 144° „ 172°		2.85

Über 160° tritt eine allmähliche Zersetzung ein, unter Braunfärbung der Flüssigkeit.

 3-Nitro-ortho-Toluidin: $\text{CH}_3^{(1)}\text{C}_6\text{H}_3(\text{NH}_2)^{(2)}\text{-(NO}_2)^{(3)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
105	1.370	1826.5	39.2	1.186	996.8	6.74	2.71	74.0
121.5	1.323	1764.9	37.9	1.171	972.0	6.60	2.54	74.2
130	1.295	1726.5	37.0	1.164	952.7	6.48	2.45	73.3
151	1.231	1641.5	35.2	1.144	916.8	6.28	2.25	73.4
170	1.166	1549.7	33.4	1.128	878.2	6.04	2.07	72.4
184.8	1.124	1499.7	32.1	1.115	850.6	5.87	1.95	71.0
201.2	1.077	1435.8	30.7	1.101	820.3	5.69	1.82	71.0

Molekulargewicht: 152.08.

Radius der Kapillare: 0.04374 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung schmilzt bei 96° C. Die Dichte bei 100° C war 1.1900; bei 120° C 1.1722; bei 140° C 1.1546. Bei $t^\circ\text{C}$ $d_{40} = 1.1900 - 0,000885(t - 100)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ steigt anfänglich ein wenig: von 1.27 Erg bei 130°, bis 1.71 Erg bei 151°; dann wird er ziemlich konstant und im Mittel etwa 1.9 Erg pro Grad.

3-Nitro-para-Toluidin: $\text{CH}_3^{(1)} \cdot \text{C}_6\text{H}_3(\text{NH}_2)^{(4)} \cdot (\text{NO}_2)^{(3)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
121	1.274	1698.5	36.4	1.164	969.1	6.38	2.46	75.8
130.5	1.248	1664.2	35.7	1.156	943.1	6.30	2.37	76.1
151	1.134	1511.8	33.1	1.137	865.7	5.94	2.13	74.2
170.5	1.094	1458.6	31.2	1.120	807.0	5.68	1.95	74.2
185	1.045	1393.2	29.8	1.107	767.3	5.49	1.82	74.2

Molekulargewicht: 152.08.

Radius der Kapillare: 0.04374 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung schmilzt scharf bei 117° C. Über 180° C ist ihre Flüchtigkeit so groß, daß gute Messungen nicht wohl mehr möglich waren.

Die Dichte bei 120° C war 1.1645; bei 140° C 1.1468; bei 160° C 1.1292. Bei t° C: $d_{40} = 1.1821 - 0.000882(t - 100)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist abnorm groß: im Mittel etwa 3.08 Erg pro Grad.

5-Nitro-ortho-Toluidin: $\text{CH}_3^{(1)} \cdot \text{C}_6\text{H}_3(\text{NH}_2)^{(2)} \cdot (\text{NO}_2)^{(5)}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
142	1.477	1969.1	43.0	1.157	1111.7	7.58	2.78	130.6
151	1.444	1925.1	41.1	1.150	1066.8	7.29	2.61	110.6
170.5	1.333	1777.1	37.9	1.135	992.4	6.81	2.34	88.5
184.5	1.279	1705.5	36.3	1.122	957.8	6.60	2.19	88.5

Molekulargewicht: 152.08.

Radius der Kapillare: 0.04374 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die schönen gelben Kristalle schmelzen bei 128° C. Oberhalb 180° ist die Substanz zu flüchtig, um noch gute Messungen zu gestatten. Das spezifische Gewicht bei 140° C war 1.1586; bei 160° C 1.1423; bei 180° C 1.1250. Bei t° C: $d_{40} = 1.1739 - 0.00074(t - 120) - 0.00000125(t - 120)^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist anfänglich abnorm groß: 4.99 Erg, fällt dann aber sehr schnell auf 2.47 Erg bei 184° C.

Diphenylamin: $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
60.5	1.284	1710.7	38.6	1.054	1143.3	7.47	3.80	71.3
76.8	1.230	1639.5	37.0	1.039	1106.4	7.26	3.53	70.6
95	1.171	1570.4	35.2	1.025	1062.1	7.00	3.23	70.5
114.2	1.103	1472.8	33.4	1.010	1017.8	6.74	2.96	69.0
136	1.041	1389.4	31.4	0.993	967.7	6.45	2.68	67.8
155	0.991	1321.2	29.7	0.980	923.4	6.18	2.45	67.8

Molekulargewicht: 169.89.

Radius der Kapillare: 0.04595 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Substanz siedet unter 22 mm Druck bei 179° C; sie schmilzt bei 54° C. Über 150° C wird die Flüssigkeit bald dunkelfarbig, so daß die Messungen nicht weiter fortgesetzt wurden. Die Dichte war bei 75° C 1.0412; bei 100° C 1.0210; bei 125° C 1.0022. Bei $t^{\circ}\text{C}$: $d_{40} = 1.0628 - 0.000892(t - 50) + 0.0000112(t - 50)^2$
 Der Temperaturkoeffizient von μ ist konstant 2.31 Erg pro Grad.

Dibenzylamin: $(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2)_2\text{NH}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-18.5	1.413	1883.6	43.3	1.060	1410.6	8.33	6.45	73.6
0	1.340	1787.8	41.1	1.045	1351.7	8.02	5.79	70.3
25.1	1.254	1683.5	38.5	1.024	1283.5	7.67	5.07	70.4
41.5	1.204	1603.9	36.7	1.011	1234.0	7.40	4.64	65.0
56	1.158	1543.7	35.4	0.999	1199.6	7.22	4.33	64.0
71	1.117	1489.2	34.1	0.988	1164.3	7.04	4.03	61.6
84.8	1.071	1437.3	33.1	0.977	1138.4	6.91	3.81	61.7
100	1.039	1385.1	31.7	0.963	1101.0	6.71	3.55	64.5
*116	1.026	1367.9	30.3	0.950	1061.9	6.50	3.30	66.5
*130.5	0.977	1305.1	28.9	0.938	1021.5	6.28	3.07	66.4
*146	0.931	1242.6	27.5	0.925	981.1	6.06	2.85	64.4
*162.5	0.900	1200.9	26.2	0.912	943.6	5.86	2.59	64.5
*176	0.853	1135.9	24.9	0.901	904.0	5.64	2.48	61.3
*196.8	0.803	1069.2	23.4	0.884	860.4	5.40	2.26	51.5
*209.5	0.772	1024.6	22.4	0.873	830.6	5.23	2.14	61.4
*228	0.713	949.4	20.7	0.858	776.4	4.92	1.94	61.3

Molekulargewicht: 197.10.

Radius der Kapillare: 0.04676 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04529 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Amin siedet unter 19 mm Druck konstant bei 186° C; bei -70° C wird es zu einer durchsichtigen, glasigen Masse, kristallisiert aber nicht. Die Dichte wurde volumetrisch ermittelt: bei 0° C 1.045; bei 25° C 1.024; bei 50° C 1.004. Im allgemeinen bei $t^{\circ}\text{C}$: $d_{40} = 1.045 - 0.00082 t$

Der Temperaturkoeffizient von μ ist im Mittel 2.53 Erg pro Grad Cesium.

Azoxybenzol: $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{N}_2\text{O} \cdot \text{C}_6\text{H}_5$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
55.8	1.296	1725.4	39.3	1.133	1228.8	7.08	4.26	61.7
70.6	1.257	1676.0	38.3	1.121	1206.1	6.97	4.02	66.1
85	1.219	1625.2	37.1	1.110	1176.0	6.82	3.77	66.1
100	1.181	1579.9	35.9	1.098	1146.3	6.67	3.54	66.1
*115	1.180	1572.0	34.7	1.087	1115.4	6.51	3.32	67.7
*130.5	1.139	1519.0	33.5	1.074	1085.5	6.36	3.12	67.8
*145.5	1.085	1448.8	32.1	1.063	1047.3	6.16	2.92	67.7
*162	1.050	1400.0	30.8	1.050	1013.2	5.98	2.72	67.8
*176	1.017	1355.4	29.7	1.039	983.9	5.83	2.57	67.9
*196.9	0.950	1265.5	27.7	1.022	927.7	5.64	2.38	83.6
*211	0.906	1210.1	26.6	1.011	897.3	5.36	2.20	84.2
*226	0.033	1110.5	24.2	1.000	822.4	4.94	1.96	83.6

Molekulargewicht: 198.1.

Radius der Kapillare: 0.04676 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04529 cm.

Eintauchtiefe 0.1 mm.

Die Verbindung schmilzt bei 36° C zu einer hellgelben Flüssigkeit. Das spezifische Gewicht war bei 50° C 1.1373; bei 75° C 1.1177; bei 100° C 1.0982. Im allgemeinen bei t° C.: $d_{40} = 1.1764 - 0.000732 t$.

Der Temperaturkoeffizient von μ nimmt mit steigender Temperatur allmählich zu: zwischen 56° und 71° C ist er 1.53 Erg; zwischen 71° und 100° C 1.96 Erg; zwischen 100° und 162° C 2.16 Erg; zwischen 162° und 211° C 2.31 Erg; und oberhalb 211° C steigt er schnell an, bis etwa 4.98 Erg bei 226° C, offenbar infolge eintretender Zersetzung.

para-Azoxyanisol: $\text{CH}_3\text{O} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{N}_2\text{O} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{OCH}_3$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$A^2 M$ T
115	1.136	1515.2	40.1	1.171	1463.3	6.98	4.65
120	1.104	1472.3	39.0	1.166	1427.3	6.82	4.48
126	1.067	1422.8	37.7	1.159	1385.2	6.63	4.29
129.5	1.034	1378.5	36.4	1.156	1339.8	6.42	4.12
133.5	1.072	1429.1	37.8	1.152	1394.6	6.69	4.25
138.1	1.077	1435.8	37.9	1.142	1406.4	6.77	4.25
144.5	1.056	1407.7	37.2	1.136	1385.2	6.68	4.13
155.2	1.025	1366.0	36.0	1.126	1348.5	6.52	3.93
160.5	1.003	1338.8	35.5	1.124	1331.3	6.44	3.84
174.5	0.977	1302.0	34.2	1.112	1292.0	6.27	3.62
190	0.940	1253.2	33.0	1.100	1255.5	6.12	3.41
211	0.897	1195.7	31.4	1.080	1209.4	5.93	3.16

Molekulargewicht: 258.14. Radius der Kapillare: 0.05425 cm. Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung wurde durch mehrmaliges Umkristallisieren gereinigt. Bei 114° C geht die feste Substanz in eine orangefarbige, doppelbrechende Flüssigkeit über, die bei 133.5° fast und bei 138° gänzlich klar und isotrop geworden ist.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist bei der anisotropen Flüssigkeit merkwürdig groß: zwischen 115° und 126° C etwa 7.1 Erg; zwischen 126° und 133° C selbst 12.2 Erg pro Grad; bei der isotropen Flüssigkeit sinkt er aber vom Übergangspunkt ab regelmäßig von 3.45 Erg auf 2.20 Erg bei 190° C.

para-Azoxyphenetol: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_6\text{H}_4 \cdot \text{N}_2\text{O} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{OC}_2\text{H}_5$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$A^2 M$ T
142.5	0.882	1198.0	31.6	1.094	1292.5	5.89	4.06
147.5	0.875	1165.9	30.7	1.089	1259.5	5.75	3.91
151.8	0.854	1138.5	30.0	1.084	1234.6	5.64	3.80
159	0.827	1102.2	29.0	1.076	1199.4	5.50	3.64
164	0.813	1085.0	28.3	1.072	1173.3	5.38	3.52
168.5	0.835	1113.2	29.3	1.068	1217.6	5.60	3.62
174.5	0.814	1087.4	28.6	1.053	1200.0	5.54	3.54
190	0.779	1038.5	27.3	1.039	1155.7	5.36	3.31
205	0.742	990.8	26.2	1.026	1118.5	5.21	3.12
219	0.722	962.6	25.2	1.014	1084.2	5.07	2.95

Molekulargewicht: 286.17. Radius der Kapillare: 0.05425 cm. Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die schön kristallisierte Verbindung geht bei 138° C in eine doppelbrechende Flüssigkeit über, die bei 168° C klar und isotrop wird. Auch bei dieser Verbindung findet man die Tatsache wieder, daß der Temperaturkoeffizient von μ für die anisotrope Flüssigkeit abnorm groß ist, er sinkt allmählich von 6.60 Erg bei 143° C auf 4.89 Erg zwischen 159° und 164° C und steigt dann plötzlich, unter Wechselung des Vorzeichens, auf 9.84 Erg. Für die isotrope Flüssigkeit ist er fast konstant, und im Mittel 2.6 Erg pro Grad.

Anisaldazin: $\text{CH}_3\text{O} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{CH} : \text{N} : \text{N} : \text{CH} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{OCH}_3$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$A^2 M$ T
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen					
171	0.932	1242.5	32.1	1.051	1291.2	6.23	3.76
173.5	0.911	1214.0	31.4	1.049	1264.7	6.10	3.67
174.5	0.902	1203.5	31.1	1.048	1253.4	6.05	3.63
176.5	0.886	1181.2	30.5	1.046	1230.8	5.95	3.55
178	0.865	1154.8	29.9	1.044	1208.0	5.84	3.47
179	0.845	1128.4	29.4	1.043	1188.7	5.75	3.41
180.5	0.908	1210.5	31.2	1.035	1267.9	6.15	3.64
185	0.886	1181.2	30.4	1.031	1238.6	6.01	3.52
195	0.851	1134.5	29.2	1.023	1195.9	5.82	3.34
204.5	0.822	1096.4	28.3	1.015	1165.1	5.69	3.19
219	0.800	1067.1	27.4	1.002	1137.8	5.58	3.04
230.5	0.789	1044.7	26.8	0.993	1119.6	5.50	2.93

Molekulargewicht 268.14. Radius der Kapillare: 0.05301 cm. Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung wurde aus Anisaldehyd und Hydrazinsulfat in kalter Lösung hergestellt, und durch mehrmaliges Umkristallisieren aus siedendem Benzol gereinigt. Die schön gelben Kristalle gehen bei 169° C in eine doppeltbrechende Flüssigkeit über, die bei 180° C durchsichtig und isotrop wird. Die Dichten der isotropen Flüssigkeit war bei 185° C 1.0313; bei 205° C 1.0150; bei 225° C 0.9977. Bei t° C: $d_{40} = 1.0355 - 0.0007775(t - 180) - 0.00000125(t - 180)^2$. Die Dichte der anisotropen Flüssigkeit war bei 173° C 1.0486; bei 180° C 1.0416. Die t° C: $d_{40} = 1.0516 - 0.001(t - 170^{\circ})$.

Auch hier ist für die anisotrope Flüssigkeit der Temperaturkoeffizient von μ ausnahmsweise groß; zwischen 171° und 176° C etwa 11.0 Erg, dann 15.2 und 19.3 Erg pro Grad. Für die isotrope Flüssigkeit ist er stark abnehmend mit steigender Temperatur, und zwar beim Übergangspunkt 6.5 Erg, dann 4.27 Erg; 3.25 Erg und schließlich 1.88 bzw. 1.53 Erg pro Grad.

 para-Azoxybenzoesaurer Äthylester: $\text{C}_2\text{H}_5\text{O} \cdot \text{CO} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{N}_2\text{O} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{CO} \cdot \text{OC}_2\text{H}_5$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$A^2 M$ T
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen					
114	0.789	1052.6	27.0	1.176	1185.6	4.68	4.14
116	0.788	1049.4	26.9	1.174	1182.5	—	—
118	0.776	1034.6	26.5	1.172	1166.3	4.67	4.11
119	0.764	1018.3	26.1	1.170	1150.0	4.61	4.04
120	0.762	1014.3	26.0	1.168	1146.9	—	—
121	0.832	1109.2	28.5	1.148	1271.7	4.55	3.97
124	0.809	1079.0	27.7	1.145	1238.1	—	—
125	0.779	1038.4	26.7	1.144	1194.2	4.54	3.95
130	0.774	1030.3	26.5	1.141	1187.3	—	—
140	0.768	1023.9	26.2	1.135	1178.0	—	—
150	0.770	1027.1	26.3	1.128	1187.4	5.06	4.40
160	0.771	1030.0	26.3	1.121	1192.3	4.93	4.25
170	0.770	1027.1	26.3	1.114	1197.3	4.76	4.09
180	0.799	1065.2	27.3	1.108	1247.3	4.74	4.02
190	0.804	1072.2	27.5	1.102	1261.0	4.71	3.90
200	0.793	1057.2	27.1	1.096	1247.2	4.76	3.85
210	0.762	1011.0	26.7	1.090	1205.6	—	—
220	0.757	1005.0	25.7	1.084	1191.2	4.78	3.78
230	0.741	987.9	25.3	1.079	1176.5	4.82	3.72

Molekulargewicht: 342.18. Radius der Kapillare: 0.05301 cm. Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die schön orangefert gefärbten Kristalle werden bei 114° C in eine anisotrope Flüssigkeit umgewandelt, die bei 121° C in die durchsichtige, isotrope Schmelze übergeht. Es wurden die Messungen mehrmals wiederholt, nachdem die Substanz aus Gemischen von Benzol und Chloroform umkristallisiert war, und stets wurden dieselben Eigentümlichkeiten im Verlauf der χ - t -Kurve dabei wiedergefunden. Dieselben müssen deshalb als für die Substanz charakteristisch bezeichnet werden.

Auch hier ist für die anisotrope Flüssigkeit der Temperaturkoeffizient abnorm groß: unregelmäßig schwankend, aber im Mittel etwa 7.2 Erg pro Grad. Dann steigt μ plötzlich stark an, um dann bei der isotropen Flüssigkeit unregelmäßig, aber sehr schnell zu fallen, dann wieder schwach zu steigen, bis ein Maximum erreicht wird bei etwa 190° C, um dann leise abzufallen mit einem finalen Gradienten von etwa 1.45 Erg pro Grad. Es scheinen hier ziemlich verwickelte Reaktionen in der Schmelze stattzufinden.

para-Äthoxybenzalamino- α -Methylzimtsaurer Äthylester:
 $C_2H_5O \cdot C_6H_4 \cdot CH:N \cdot C_6H_4 \cdot CH:C(CH_3) \cdot CO \cdot OC_2H_5$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- hässion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$
85	0.843	1123.7	28.7	1.075	1324.7	5.44	5.13
94.5	0.837	1112.9	28.5	1.068	1321.2	5.44	4.99
99	0.831	1108.0	28.3	1.064	1315.2	5.42	4.92
105.5	0.829	1104.7	28.1	1.058	1310.9	5.42	4.82
111	0.882	1095.8	27.9	1.053	1305.7	5.40	4.74
115.3	0.819	1090.9	27.8	1.049	1304.3	5.40	4.69
117.6	0.843	1123.7	28.7	1.045	1350.0	5.60	4.84
123.7	0.831	1107.8	28.3	1.040	1335.4	5.55	4.72
130.5	0.828	1101.9	28.1	1.034	1331.1	5.54	4.63
139	0.825	1099.9	28.0	1.027	1332.4	5.56	4.55
149	0.822	1095.8	27.9	1.018	1335.4	5.59	4.46
159	0.819	1091.9	27.8	1.010	1337.6	5.61	4.38
168.5	0.818	1089.8	27.8	1.002	1344.8	5.66	4.32
179	0.816	1085.8	27.7	0.993	1348.0	5.69	4.24

Molekulargewicht: 337.11.

Radius der Kapillare: 0.05265 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Substanz wurde nach dem von W. KASTEN (Diss. Halle, 1909, S. 41) angegebenen Verfahren hergestellt und durch wiederholtes Umkristallisieren gereinigt. Im Gegensatz zu den dort angegebenen Temperaturen wurden dieselben gefunden bei 95° C Übergang in die anisotrope Flüssigkeit, die sich bei Ausschluß fester Teilchen bis etwa 79° unterkühlen läßt und dabei dünnflüssig bleibt. Beim Übergangspunkt 118° C in die isotrope Schmelze opalesziert sie schön grünlich. Der Temperaturkoeffizient von χ ist äußerst klein; auch die Diskontinuität der Kurve beim Übergangspunkt ist nur relativ klein.

Die Dichte bei 95° C war 1.0673; bei 115° C 1.0491. Für die anisotrope Flüssigkeit gilt also: $d_{40} = 1.0809 - 0.000905(t - 80)$. Für die isotrope Flüssigkeit wurde gefunden bei 120° C 1.0428; bei 140° C 1.0257; bei 160° C 1.0086. Also im allgemeinen bei t ° C: $d_{40} = 1.0599 - 0.000855(t - 100)$, für Temperaturen von 117° ab zu benutzen.

Mit Ausnahme der plötzlichen Steigung von μ in der Nähe von 117° ist hier der Temperaturkoeffizient von μ überall auffällig gering, und bei der isotropen Schmelze steigt μ mit wachsender Temperatur allmählich an mit etwa 0.33 Erg pro Grad. Das Verhalten ist ganz sonderbar und vorläufig unverständlich.

Furfurol: α -C₄H₃O . CHO.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
* - 22	1.437	1915.8	45.7	1.211	921.8	7.70	2.94	73.8
* 0	1.368	1824.5	43.5	1.185	869.8	7.49	2.63	74.1
29.9	1.209	1719.3	40.7	1.151	806.3	7.21	2.29	74.6
46.8	1.214	1618.5	38.3	1.133	745.2	6.90	2.07	74.4
58.3	1.171	1561.2	37.0	1.119	713.9	6.74	1.96	74.4
86.5	1.072	1429.0	33.8	1.089	645.4	6.33	1.69	74.8
102.3	1.017	1355.5	32.0	1.074	599.3	6.08	1.56	75.9
117.7	0.961	1281.2	30.2	1.060	557.4	5.81	1.43	75.9

Molekulargewicht: 96.08.

Radius der Kapillare: 0.04839 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04867 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet unter 761 mm Druck bei 162° C. Die Substanz kristallisiert in einem Gemisch von fester Kohlensäure und Alkohol und schmilzt dann wieder bei -31° C. Über 100° C oxydiert sich die Flüssigkeit schnell und wird allmählich dunkelbraun. Beim Siedepunkt wird χ etwa 25.4 Erg pro Quadrat-zentimeter sein. Die Dichte ergab sich bei 25° C zu 1.1563; bei 50° C 1.1287; bei 75° C 1.1023. Bei t° C im allgemeinen zu $d_{40} = 1.1851 - 0.001176t + 0.00000096t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist fast konstant gleich 2.70 Erg pro Grad im Mittel; er ist deshalb ziemlich groß.

 Thiophen: C₄H₄S.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
* - 19	1.134	1512.3	36.0	1.110	644.6	6.62	2.19	69.8
* 0	1.057	1409.5	33.5	1.087	608.4	6.28	1.94	69.8
29.9	0.939	1252.3	29.5	1.051	547.8	5.72	1.59	66.2
47.3	0.874	1165.5	27.4	1.032	515.1	5.42	1.42	64.6
58.7	0.834	1111.8	26.1	1.006	499.0	5.29	1.34	64.6
87	0.732	975.4	22.8	0.987	441.5	4.71	1.10	64.6

Molekulargewicht: 84.10.

Radius der Kapillare: 0.04839 cm;

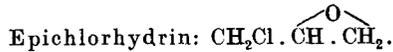
bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04867 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet unter 770 mm Druck bei 87° C. In einem Gemisch von fester Kohlensäure und Alkohol wird die Substanz fest und schmilzt dann bei -29.8° C; nach TSAKALOTOS wäre der Schmelzpunkt -57° C. Beim Siedepunkt ist der Wert von χ 22.8 Erg pro Quadrat-zentimeter.

Bei 0° C ist die Dichte 1.0873; bei 25° C 1.0573; bei 50° C 1.0285. Bei t° C: $d_{40} = 1.0873 - 0.001224t + 0.00000096t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant und im Mittel 1.90 Erg pro Grad.



Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
* - 21	1.288	1717.7	41.0	1.228	731.2	6.81	2.50	77.0
* 0	1.196	1594.5	38.0	1.205	686.4	6.43	2.18	74.0
30.3	1.079	1438.3	34.0	1.170	626.3	5.93	1.81	74.0
46.5	1.014	1351.5	31.9	1.147	595.5	5.67	1.64	74.1
59.8	0.958	1277.1	30.1	1.131	567.1	5.43	1.51	68.0
86.2	0.865	1153.1	27.1	1.095	521.7	5.05	1.30	61.6
102.8	0.815	1087.0	25.5	1.071	498.2	4.86	1.20	61.2
117.5	0.772	1029.1	24.1	1.049	477.5	4.68	1.11	61.2

Molekulargewicht: 92.50.

Radius der Kapillare: 0.04839 cm;

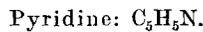
bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04867 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Substanz siedet bei 117° C und 758 mm Druck; sie erstarrt in einem Gemisch von fester Kohlensäure und Alkohol und schmilzt dann bei -48° C. Beim Siedepunkt ist χ etwa 24.1 Erg pro Quadratcentimeter.

Die Dichte bei 20° C ist 1.1812; bei 50° C 1.1436; bei 75° C 1.1101. Bei $t^\circ \text{C}$: $d_{40} = 1.2046 - 0.00114 t - 0.0000016 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist im Anfang etwa 2.04 Erg; von 86° C an fällt er allmählich bis auf 1.41 Erg pro Grad.



Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
- 79	1.698	2263.8	48.9	1.078	827.8	9.25	3.58	76.1
- 20.5	1.430	1906.5	41.1	1.018	722.9	8.23	2.45	76.5
0.1	1.329	1771.8	38.1	0.998	679.0	7.79	2.14	73.3
25	1.215	1619.8	34.9	0.975	631.8	7.30	1.84	67.7
35	1.177	1569.2	33.8	0.962	607.3	7.16	1.75	67.4
55	1.099	1465.2	31.5	0.942	583.4	6.82	1.56	67.3
74	1.022	1362.5	29.3	0.923	550.1	6.47	1.40	67.1
92.5	0.960	1279.9	27.5	0.904	523.5	6.20	1.27	67.3

Molekulargewicht: 75.09.

Radius der Kapillare: 0.04385 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Pyridin schmilzt bei -42° C; die Messungen bei -79° C beziehen sich deshalb auf der stark unterkühlten Flüssigkeit. Beim Siedepunkt (114.5° C) ist $\chi = 25.2$ Erg pro Quadratcentimeter.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:	Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen -79° und -20°	1.79
,, -20° „ +25°	2.04
,, 25° „ 92°	1.60

Die μ - t -Kurve ist nicht ganz regelmäßig.

Piperidin: $C_5H_{10} > NH$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
*+19	1.041	1388.6	32.8	0.900	680.8	7.43	2.49	62.3
*0	0.973	1297.7	30.6	0.882	643.7	7.08	2.20	61.7
29.4	0.876	1168.0	27.1	0.855	582.0	6.46	1.82	61.6
48	0.813	1084.3	25.1	0.838	546.3	6.11	1.62	59.1
64.5	0.753	1004.8	23.2	0.823	511.1	5.75	1.45	59.0
80.9	0.703	937.8	21.6	0.808	481.7	5.45	1.31	57.7
104.5	0.628	837.4	19.2	0.786	436.2	4.98	1.12	57.7

Molekulargewicht: 85.10.

Radius der Kapillare: 0.04777 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen ist er 0.04839 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Base siedet bei 108° C und 760 mm Druck. Sie kristallisiert bei starker Abkühlung und schmilzt dann bei -9° C; nach MASCARELLI ist der Schmelzpunkt -13° C. Beim Siedepunkt ist χ etwa 19.7 Erg pro Quadratcentimeter. Das spezifische Gewicht war bei 0° C 0.8820; bei 25° C 0.8586; bei 50° C 0.8359. Bei t° C: $d_{40} = 0.8821 - 0.00092 t$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant; sein Mittelwert kann zu 1.98 Erg pro Grad angenommen werden.

 α -Picolin: $C_5H_4(CH_3)N$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-70	1.505	2007.1	47.4	1.036	950.8	9.33	4.28	81.1
-20.7	1.246	1661.5	39.2	0.986	812.7	8.11	2.99	71.0
0	1.165	1553.2	36.6	0.965	769.7	7.74	2.64	68.0
25.8	1.074	1432.4	33.7	0.940	721.2	7.31	2.28	68.1
46	0.999	1332.5	31.3	0.920	679.6	6.94	2.02	67.0
66.5	0.928	1236.9	29.0	0.900	638.9	6.57	1.80	66.7
86.5	0.846	1128.5	26.4	0.881	590.0	6.11	1.58	66.3
106	0.787	1049.3	24.6	0.862	557.8	5.82	1.43	64.4
126	0.718	957.7	22.5	0.842	518.2	5.45	1.27	64.4

Molekulargewicht: 93.07.

Radius der Kapillare: 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die bei 133,5° siedende Flüssigkeit ließ sich bis -74° C unterkühlen; sie wird bei -64° C fest. Der Schmelzpunkt ist sehr scharf.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist bei -70° bis -21° C ungefähr 2.83; dann bleibt er 2.02 Erg pro Grad im Mittel.

Chinolin: $C_6H_4NC_3H_3$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-21	1.682	2242.4	49.1	1.124	1160.0	8.91	4.56	74.3
0	1.608	2143.8	47.0	1.108	1121.1	8.65	4.09	74.3
*24.8	1.562	2082.5	44.7	1.089	1078.6	8.37	3.63	74.5
*45.2	1.486	1981.1	42.5	1.073	1035.6	8.08	3.28	76.5
*74.3	1.379	1838.2	39.4	1.051	973.5	7.64	2.84	76.9
*94.7	1.303	1737.1	37.2	1.034	929.1	7.34	2.58	75.8
115	1.210	1613.0	35.2	1.018	888.4	7.05	2.34	75.9
135.2	1.135	1513.8	33.0	1.002	841.7	6.72	2.12	75.9
160	1.047	1395.9	30.4	0.981	786.4	6.32	1.88	77.2
192.5	0.929	1239.0	26.9	0.954	708.9	5.75	1.59	76.7
213	0.855	1139.9	24.7	0.938	658.3	5.37	1.43	74.3
230	0.797	1063.3	23.0	0.924	619.2	5.08	1.30	73.3

Molekulargewicht: 129.07.

Radius der Kapillare: 0.04439 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04352 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Chinolin siedet bei 233° C; bis -50° C unterkühlt, kristallisiert es und schmilzt bei -22.6° C. Beim Siedepunkt ist der Wert von $\chi = 22.7$ Erg pro Grad.

Der Temperaturkoeffizient von μ steigt mit der Temperatur: zwischen -21° und 45° C ist er 1.92; zwischen 45° und 115° C 2.10; zwischen 115° und 230° C etwa 2.33 Erg pro Grad.

Sylvestren: $C_{10}H_{16}$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häision A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-70	1.139	1518.5	35.7	0.923	979.2	7.89	5.29	58.4
-20	0.964	1285.5	30.1	0.891	860.2	6.89	3.71	53.4
0	0.908	1210.5	28.3	0.878	816.8	6.57	3.28	53.4
25.8	0.833	1110.2	25.9	0.859	758.5	6.15	2.80	53.4
41	0.792	1055.9	24.6	0.847	727.2	5.92	2.57	53.5
55.5	0.736	981.2	23.2	0.841	689.2	5.63	2.33	49.2
80.4	0.682	909.8	21.2	0.827	636.7	5.23	2.01	49.1
92	0.654	872.3	20.3	0.820	613.2	5.05	1.88	52.4
116.2	0.582	776.3	18.0	0.807	549.6	4.55	1.59	52.2
*136	0.546	728.1	16.4	0.797	504.8	4.20	1.40	70.8
*149.5	0.507	676.7	14.6	0.790	452.1	3.77	1.22	70.8

Molekulargewicht: 136.13.

Radius der Kapillare: 0.04792 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04670 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 21 mm Druck siedet der Kohlenwasserstoff bei 63.5° C; unter Atmosphärendruck bei 177° C. Bei 25° C war das spezifische Gewicht 0.8599; bei 50° C 0.8409; bei 75° C 0.8209. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 0.8779 - 0.0007 t - 0.0000008 t^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist zwischen -70° und 136° C ziemlich konstant: 2.28 Erg pro Grad; dann steigt er aber relativ schnell.

Tereben: C₁₀H₁₆.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-74	1.131	1508.6	35.8	0.956	976.2	7.64	5.22	54.5
*-22	0.968	1290.4	30.7	0.912	863.9	6.71	3.64	54.3
*0	0.906	1208.2	28.7	0.893	819.0	6.56	3.27	54.4
29.9	0.825	1099.3	25.9	0.868	753.2	6.09	2.74	51.9
46.8	0.775	1033.2	24.3	0.853	714.9	5.81	2.47	51.8
58.3	0.744	991.9	23.4	0.844	693.4	5.66	2.32	51.9
86.3	0.673	896.9	21.1	0.820	637.4	5.25	1.99	52.0
102.7	0.626	834.9	19.6	0.806	598.9	4.96	1.80	50.4
118	0.573	764.6	17.9	0.793	552.9	4.60	1.60	50.0
127.4	0.558	743.9	17.4	0.786	540.6	4.52	1.54	51.0
153	0.499	665.4	15.6	0.764	494.0	4.14	1.32	51.3
170	0.449	599.3	13.9	0.749	446.0	3.78	1.16	51.1

Molekulargewicht: 136.13.

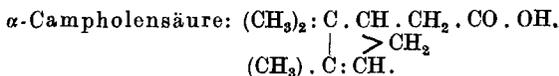
Radius der Kapillare: 0.04839 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04867 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Flüssigkeit siedet unter 761 mm Druck bei 170° C; beim Siedepunkt ist χ etwa 13.7 Erg pro Quadratcentimeter. Selbst bei -79° C wird die Verbindung nicht kristallinisch, aber trübe. Wahrscheinlich ist die Flüssigkeit ein Gemisch von Isomeren. Die Dichte war bei 25° C 0.8721; bei 50° C 0.8509; bei 75° C 0.8298. Bei t^0 im allgemeinen: $d_{40} = 0.8932 - 0.000846 t$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant; der Mittelwert ist 2.16 Erg pro Grad.



Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-19.8	(1.695)	(2259.8)	(53.6)	1.030	(1598.6)	(10.61)	(7.05)	(265.8)
0	1.177	1569.2	37.0	1.016	1114.1	7.43	4.57	71.9
25	1.077	1436.6	33.8	0.999	1029.4	6.90	3.89	61.5
45.4	1.019	1358.5	31.9	0.985	980.9	6.60	3.49	59.0
70	0.953	1270.5	29.8	0.969	926.6	6.27	3.07	56.6
85.3	0.915	1220.1	28.6	0.960	895.0	6.08	2.85	53.3
117	0.846	1128.5	26.4	0.939	838.7	5.73	2.47	50.6
138.1	0.805	1073.2	25.1	0.925	805.6	5.54	2.26	50.2
156	0.771	1027.9	24.0	0.913	777.5	5.36	2.10	61.8
172	0.728	970.2	22.6	0.902	739.1	5.11	1.93	65.3
191.7	0.664	885.2	20.6	0.889	680.5	4.73	1.71	65.2
212	0.608	810.6	18.8	0.876	627.8	4.38	1.52	65.4

Molekulargewicht: 168.13.

Radius der Kapillare: 0.04803 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung siedet unter 12 mm Druck konstant bei 153° C. Unterhalb 0° C ist die Flüssigkeit äußerst viskös; ungeachtet der Tatsache, daß die Blasenbildung etwa 50 Sek. beanspruchte, sind doch die Messungen bei -19° C nicht mehr zuverlässig. Bei -79° C erstarrt die Substanz; über 160° C wird sie gelb durch beginnende Zersetzung.

Temperaturkoeffizient von μ .

Temperaturtrajekt:		Wert von $\frac{d\mu}{dt}$:
Zwischen	0° und 25°	3.39
„	25° „ 45°	2.38
„	45° „ 70°	2.20
„	70° „ 85°	2.06
„	85° „ 117°	1.77
„	117° „ 156°	1.57

Über 156° setzt eine Braunfärbung ein, während der Koeffizient $\frac{d\mu}{dt}$ stets ansteigt: 2.40; 2.96 usw.

 α -Dihydrocampholensäure: $C_5H_6(CH_3)_3 \cdot CH_2 \cdot COOH$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen	
-21	(1.752)	(2335.8)	(54.4)
0	1.102	1468.9	34.3
25	1.008	1344.7	31.4
40.3	0.960	1280.5	29.9
54.1	0.915	1220.5	28.5
75.5	0.861	1147.5	26.8
95	0.813	1083.8	25.3
115	0.758	1010.7	23.6
134.3	0.723	963.6	22.5
150.5	0.684	912.2	21.3
175.5	0.636	847.9	19.8
195.3	0.607	809.4	18.9

Molekulargewicht: 170.14. Radius der Kapillare: 0.04670 cm. Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 12 mm Druck siedet die Verbindung bei 141° C. Bei -79° wird die Flüssigkeit zu einem Glase, ohne jedoch zu kristallisieren. Auch bei 0° und -20° C ist sie noch sehr viskös.

 α -Dihydrocampholensäurer Äthylester: $C_5H_6(CH_3)_3 \cdot CH_2 \cdot COOC_2H_5$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spez. Gew. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm	Spez. Ko- häsion A^2	$\frac{A^2 M}{T}$	Total- energie U_0
	in mm Quecksilber von 0° C	in Dynen						
-21°	1.020	1359.9	31.0	0.961	1082.0	6.58	5.18	51.4
0	0.964	1284.8	29.3	0.945	1034.2	6.32	4.59	51.1
25.3	0.893	1190.6	27.1	0.924	971.0	5.98	3.98	51.0
40.4	0.859	1145.2	26.0	0.912	939.8	5.81	3.68	51.1
54.1	0.822	1095.9	24.9	0.901	907.3	5.64	3.32	50.7
75.5	0.768	1023.9	23.2	0.884	856.2	5.35	3.04	49.3
95	0.714	951.9	21.5	0.869	802.5	5.04	2.71	49.1
115.2	0.673	896.2	20.2	0.852	764.0	4.84	2.47	49.7
134.8	0.620	826.5	18.6	0.837	711.9	4.53	2.20	49.6
153	0.577	769.2	17.3	0.822	670.2	4.29	2.00	52.2
176.1	0.517	689.5	15.4	0.804	605.4	3.90	1.72	63.0
194	0.456	607.9	13.5	0.789	537.4	3.57	1.52	63.0

Molekulargewicht: 198.18. Radius der Kapillare: 0.04670 cm. Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 20 mm Druck siedet die farblose Flüssigkeit bei 147° C. Bei -79° C wird sie trübe und sehr viskös, doch kristallisiert sie nicht. Das spezifische Gewicht bei 0° C ist 0.9445; bei 25° C 0.9250; bei 50° C 0.9045. Bei t° C: $d_{40} = 0.9445 - 0.0008 t$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist bis 176° C ziemlich konstant und im Mittel 2.46 Erg pro Grad.

§ 35. Aromatische und zyklische Verbindungen; Beziehungen.

In gleicher Weise wie bei den aliphatischen Substanzen wollen wir uns jetzt mit den gegenseitigen Beziehungen der hier untersuchten aromatischen und zyklischen Verbindungen beschäftigen.

a) Kohlenwasserstoffe. — Von den fünf Verbindungen dieser Reihe, welche untersucht wurden: Benzol, Toluol, *p*-Xylol, Mesitylen und Pseudocumol, ist in Fig. 24 eine graphische Darstellung der bezüglichen μ -*t*-Kurven gegeben.

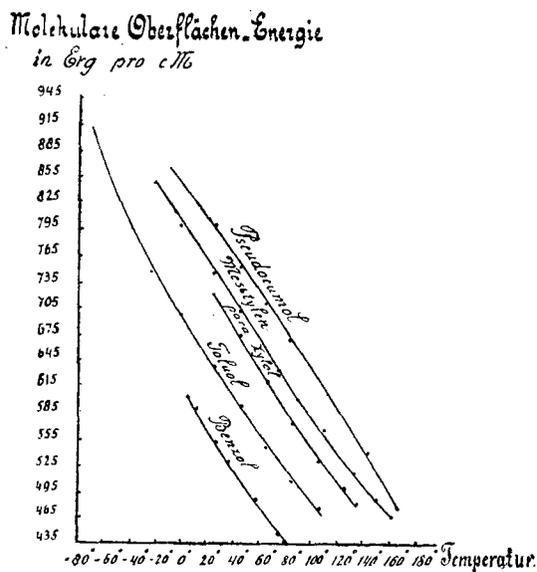


Fig. 24.

Es ist daraus ersichtlich, daß die μ -Werte regelmäßig mit steigendem Kohlenstoffgehalt größer werden. Weiter haben die beiden stellungsisomeren Verbindungen Mesitylen und Pseudocumol verschiedene Werte für μ , wobei die Kurve für die letztere Verbindung gänzlich oberhalb jener für Mesitylen gelegen ist. Im allgemeinen sind auch bei den aromatischen Verbindungen, wie sich zeigen wird, die Kurven für stellungsisomere Substanzen durchaus verschieden, obgleich sie gelegentlich in unmittelbarer Nähe voneinander liegen können.

b) Halogenverbindungen und Halogennitroverbindungen. — In den Figg. 25 und 26 sind die Kurven für Benzol, für

einige Halogenbenzole und für die Halogennitrobenzole miteinander verglichen. Es ergibt sich, daß auch hier die Sub-

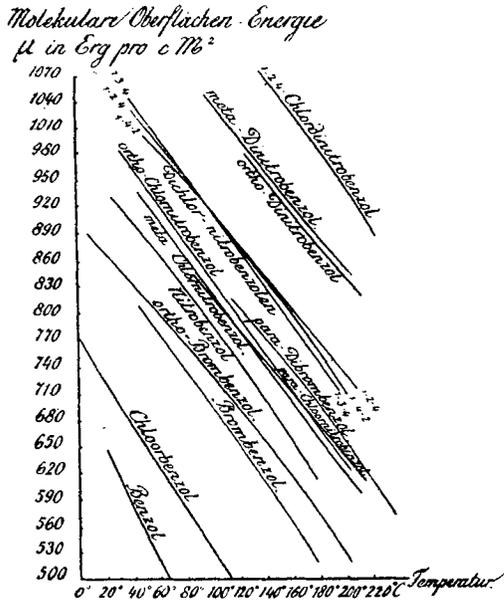


Fig. 25.

stitution von H durch Halogen eine starke Vergrößerung von μ mit sich bringt, wobei die größere Erhöhung der Werte von μ dem

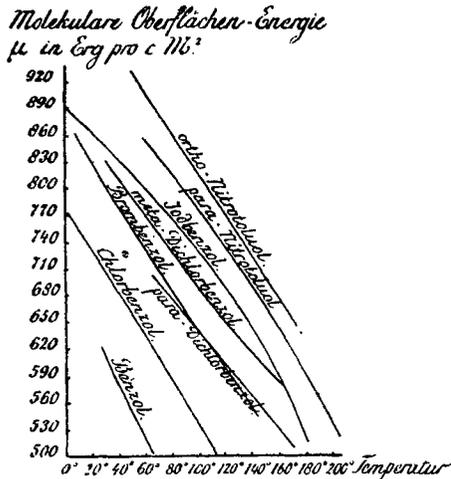


Fig. 26.

größeren Atomgewicht des Halogens entspricht. So liegt die Kurve für Brombenzol oberhalb jener für Chlorbenzol; diejenige

für Jodbenzol oberhalb jener für Brombenzol; diejenige für m- und p-Dichlorbenzol oberhalb jener für Chlorbenzol usw.

Der Eintritt der Nitrogruppe an Stelle von H bringt ebenfalls eine große Steigerung der μ -Werte mit sich; auch hier ist der Einfluß der elektronegativeren Gruppe stark ausgesprochen. Gleichzeitig ergibt sich auch hier, daß die stellungsisomeren Verbindungen ungleiche μ -Werte besitzen, so daß z. B. o-, m- und p-Chlornitrobenzol, o- und m-Dinitrobenzol, m- und p-Dichlor-

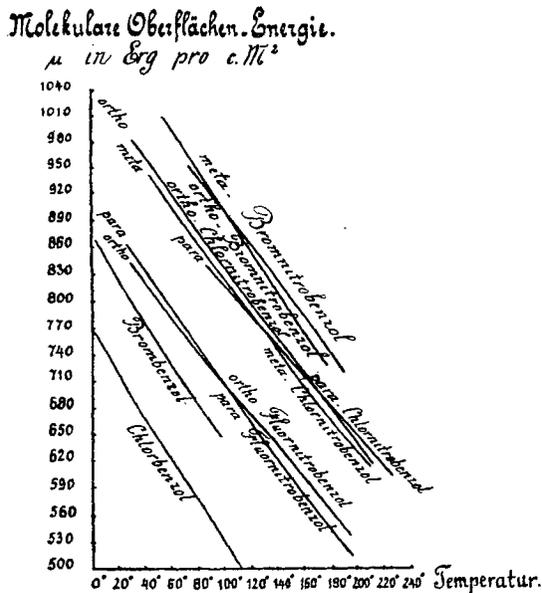


Fig. 27.

benzol, o- und p-Nitrotoluol, verschiedene μ - t -Kurven haben. Die Isomere 1-4-2-, 1-2-4- und 1-3-4-Dichlornitrobenzol haben wenig verschiedene Kurven, aber auch solche mit verschiedenen Werten von $\frac{d\mu}{dt}$ (Fig. 26).

In Fig. 27 sind ebenso die Kurven für die entsprechenden Fluorchlor- und Bromnitrobenzole miteinander verglichen. Auch hier ist die Vergrößerung von μ in regelmäßiger Folge mit steigendem Atomgewicht der Elemente H, Cl und Br zusammenhängend, während auch die Verschiedenheit der Kurven für die stellungsisomeren Derivate sich ganz deutlich herausstellt. Wie wir später sehen werden, ist die regelmäßige Steigerung der μ -Werte

mit steigenden Atomgewichten der Halogene, wie sie bei allen diesen organischen Molekülen beobachtet wird, gerade entgegengesetzt zu dem, was bei den Metallhalogeniden von uns gefunden wurde. (Siehe dort.)

c) Phenole und Phenolester. In Fig. 28 sind die Kurven für eine Reihe von Phenolen und deren Nitroderivate verzeichnet, sowie für o- und p-Nitroanisol. Der Eintritt der Nitrogruppe hat wieder eine stark erhöhende Wirkung auf die μ -Werte,

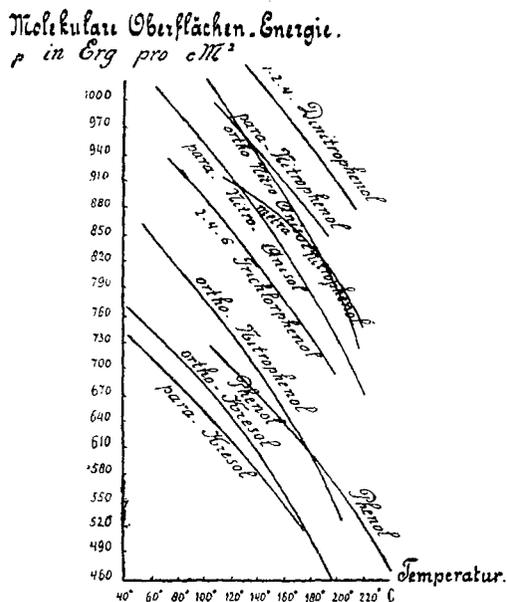


Fig. 28.

wir sie bis jetzt immer für elektronegative Substitutionen als charakteristisch kennen gelernt haben.

Bei den nitrierten Phenolen liegen die μ - t -Kurven isomerer Derivate ansehnlich weiter auseinander wie bei den isomeren Halogennitrokohlenwasserstoffen dieser Reihe. Diese Tatsache steht unzweifelhaft im Zusammenhang mit der Anwesenheit der H-Atome der Hydroxylgruppe. Denn während diese Differenzen bei den substituierten Phenolen selbst relativ groß sind, so werden dieselben schon merklich geringer, wenn z. B. in den Derivaten der mehrwertigen Phenole eine der OH-Gruppen durch eine Oxalkylgruppe substituiert ist, wie es z. B. der Resorcinmonomethyläther gegenüber dem Guajacol zeigt; und die genannten Differenzen

werden gänzlich zu jenen bei den substituierten Kohlenwasserstoffen reduziert, wenn alle H-Atome der OH-Gruppen verestert worden sind. So ist z. B. zwischen o- und p-Nitroanisol der Unterschied der Kurven schon erheblich kleiner als zwischen o- und p-Nitrophenol, während er noch viel geringer wird zwischen Veratrol, Resorcindimethyläther und Hydrochinondimethyläther; bei den beiden letztgenannten Derivaten koinzidieren die μ -t-Kurven selbst schon fast gänzlich. Man könnte bei dieser Eigentümlichkeit der Nitrophenole schon an die Beweglichkeit des

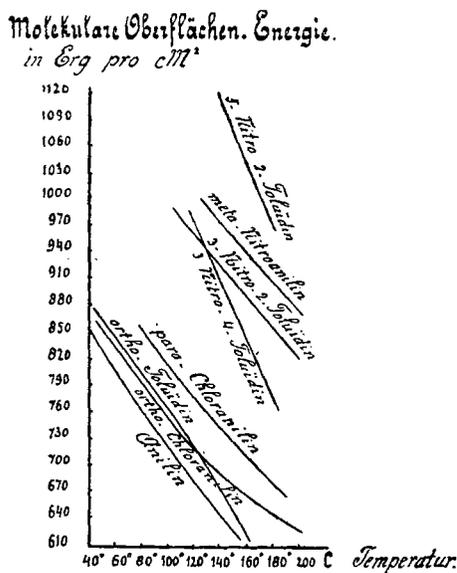


Fig. 29.

H-Atoms der OH-Gruppe und an seine Neigung, dem Molekül die Funktion einer Pseudosäure zu geben, denken; gerade bei dem o-Nitrophenol dürfte solches wegen der Nachbarschaft der NO_2 - und HO-Gruppe durchaus plausibel erscheinen, während bei den Nitroanisolen, wo kein H-Atom mehr frei ist, eine analoge Struktur für beide isomere Substanzen durchaus wahrscheinlich ist.

d) Basen. — In Fig. 29 sind die μ -t-Kurven für Anilin, halogenierte Aniline und Nitroaniline sowie für die entsprechenden Toluidine gegeben. Die erhöhende Wirkung des Eintrittes der elektronegativen Halogene und der Nitrogruppe sowie auch die Verschiedenheit der Kurven für stellungsisomere Verbindungen ist hier sehr evident. In Fig. 30 sind die bezüglichen

Kurven für Piperidin, Pyridin, α -Picolin und Chinolin gegeben. Auch hier liegt die Kurve für das mehr ungesättigte Pyridin

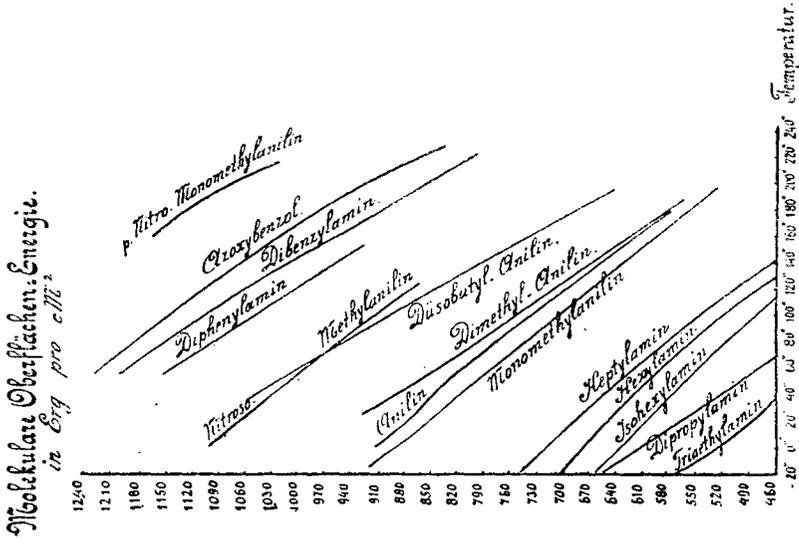


Fig. 31.

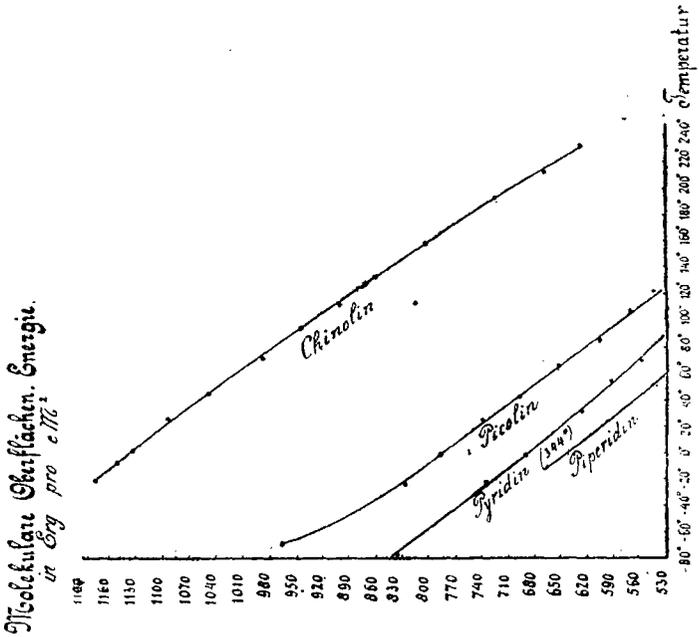


Fig. 30.

oberhalb jener für das mehr Wasserstoff enthaltende Piperidin, während der steigende Kohlenstoffgehalt ebenfalls eine Vergröße-

rung von μ zur Folge hat; für α -Picolin liegt die Kurve oberhalb jener für Pyridin, für Chinolin oberhalb jener für Picolin usw.

In Fig. 31 ist schließlich eine Zahl von aromatischen Aminen,

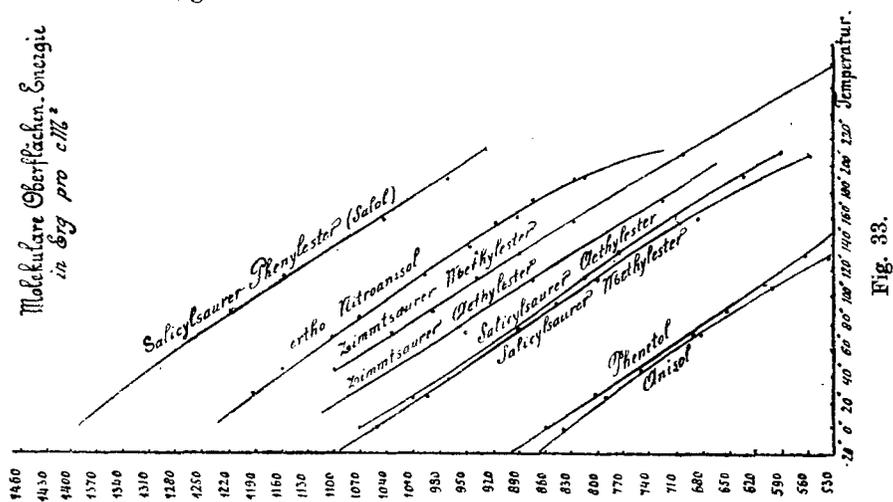


Fig. 33.

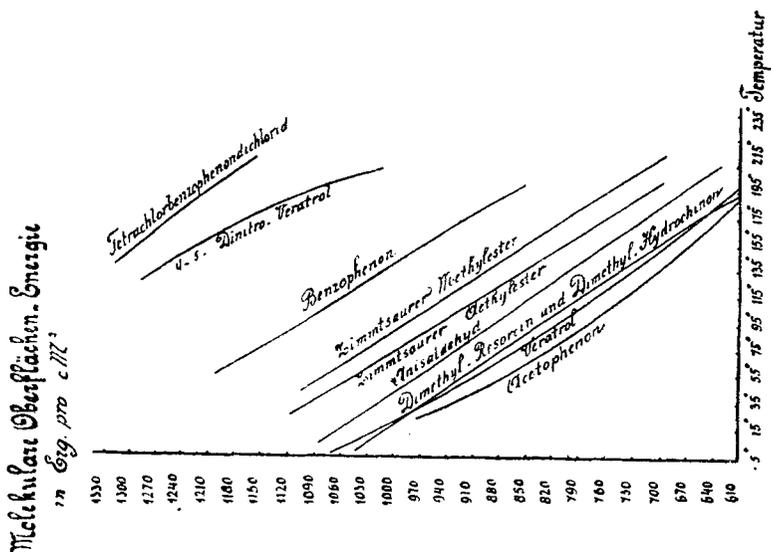


Fig. 32.

sowohl substituierten Anilinen wie Dibenzylamin, Diphenylamin usw., mit einer Anzahl aliphatischer Amine verglichen.

Der die Oberflächenspannung stark vergrößernde Einfluß des Eintrittes aromatischer Kohlenwasserstoffreste ist hier sofort ersichtlich; der mehr ungesättigte Charakter der Arylreste kommt auch hierin sehr deutlich zum Ausdruck.

Auch die Substitution der H-Atome der NH_2 -Gruppe des Anilins durch aliphatische Kohlenwasserstoffradikale oder durch die negative NO-Gruppe ist in ihrem spezifischen Einflusse durchaus erkenntlich.

e) Aromatische Ester, Ketone und Aldehyde. — In Fig. 32 sind die μ - t -Kurven reproduziert für Aceto- und Benzophenon und für Anisaldehyd;

die Reihenfolge der Kurven ist diejenige, welche zu erwarten ist. Für Salicylaldehyd würde die Kurve erst etwas unterhalb, später etwas oberhalb jener für Acetophenon fallen.

In Fig. 33 sind die μ - t -Kurven für eine Reihe salicylsaurer Ester, in Fig. 34 für eine Zahl benzoesaurer Ester wiedergegeben. Beide Figuren illustrieren die Richtigkeit des Schlusses, daß bei Eintritt kohlenstoffreicherer Alkylreste in dieselbe Säure bei der Esterbildung die μ -Werte in derselben Reihenfolge gesteigert werden. In Fig. 33 sind noch die bezüglichen Kurven für Anisol und Phenetol sowie für zimmtsauren Methyl- und Äthylester reproduziert. Die beiden letzteren bilden

Molekulare Oberflächen-Energie.
in Erg. pro cm^2

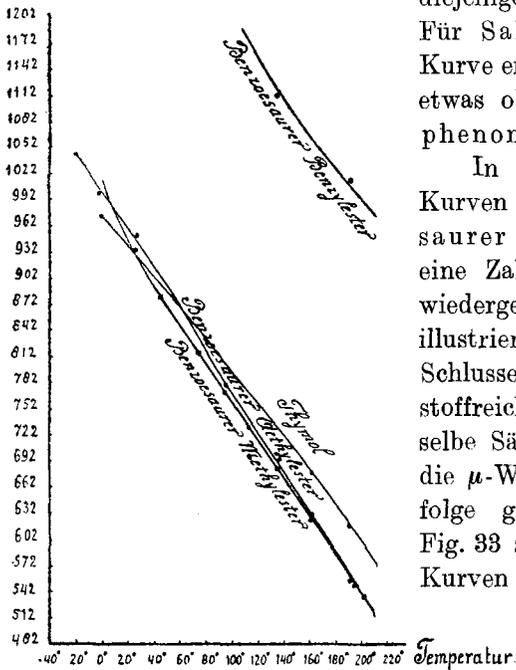


Fig. 34.

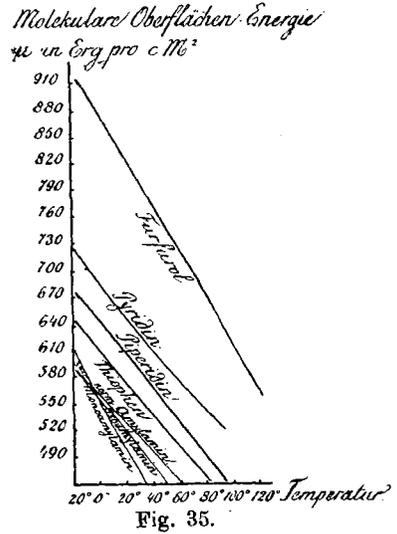
ein übrigens sehr seltenes Beispiel von abnormer Reihenfolge der μ - t -Kurven bei Substanzen, welche zueinander in einfachem Substitutionsverbande stehen.

f) Zyklische Derivate. — Es wurden auch einige zyklische Derivate untersucht und mit analogen Derivaten der aliphatischen oder aromatischen Reihe verglichen. So haben wir Cyclohexan mit Benzol, Piperidin und Pyridin mit den Amylaminen, Thiophen und Furfurol verglichen. Fig. 35 gibt einige dieser Verhältnisse wieder. Es ist u. a. daraus ersichtlich, daß die Kurven für Pyridin und Piperidin oberhalb jenen der Amylamine gelegen sind.

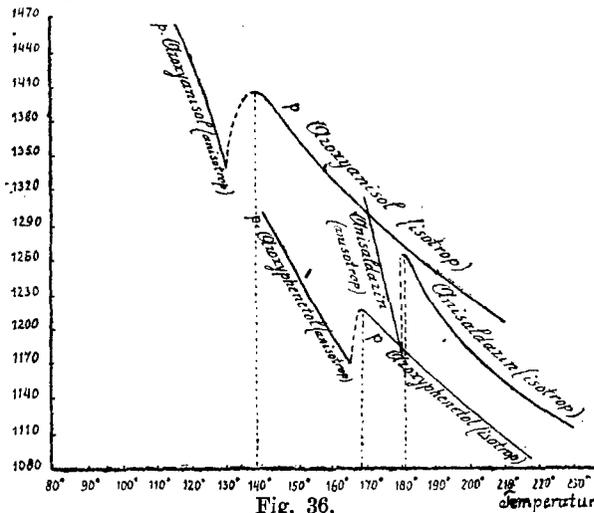
g) Substanzen, welche anisotrope Flüssigkeiten zeigen. — Von den verschiedenen Substanzen dieser Art, welche untersucht wurden, mögen hier die Resultate am p-Azoxyanisol, am Anisaldazin und am p-Azoxyphenetol schließlich noch erwähnt werden, weil von allen hierher gehörigen Verbindungen diese drei die reinsten und die Resultate deshalb die zuverlässigsten waren. Wie Fig. 36 ganz deutlich zeigt, gibt es in diesen Fällen jedesmal zwei μ -t-Kurven, welche bei dem Übergangspunkte mit einem Sprunge sich aneinanderreihen.

Merkwürdig ist es, daß in jedem dieser Fälle der Temperaturkoeffizient $\frac{d\mu}{dt}$ für die anisotrope Flüssigkeit immer größer gefunden wurde wie für die isotrope. Wenn man den kleineren

Wert von $\frac{d\mu}{dt}$ mit Eörvös als einen Fingerzeig für stärkere Assoziation betrachtet, würde man, mit Rücksicht auf die gangbaren Vorstellungen über die Natur der anisotropen Phasen, eher gerade das



Molekulare Oberflächen-Energie
in Erg pro cm^2



Gegenteil erwarten. Übrigens scheinen die Unregelmäßigkeiten, welche bei einigen anderen Verbindungen dieser Art, wie z. B. beim p-Äthoxybenzalamino- α -methylzimtsaurem Äthylester sowie beim p-Azoxybenzoesaurem Äthylester, beobachtet wurden, darauf hin zu weisen, daß sich in solchen Flüssigkeiten sehr komplizierte und bis jetzt kaum vermutete Prozesse bei der Erhitzung abspielen, welche vielleicht einige Ähnlichkeit haben mit jenen, welche gelegentlich beim flüssigen Schwefel beobachtet worden sind.

§ 36. Es mögen hier schließlich noch einige Bemerkungen ihren Platz finden über die Tatsache, daß bei den meisten studierten Körpern offenbar keine lineare Temperaturabhängigkeit von μ anwesend ist, wie das EÖTVÖS-RAMSAY-SHIELDSSche Gesetz solches involviert. Insoweit solches wohl der Fall ist, hat man bis jetzt die Assoziation α der Flüssigkeiten für jede Temperatur aus einer Beziehung berechnet wie z. B.

$$\alpha = \left(\frac{2.2 \frac{d\mu}{dt}}{\frac{d\mu}{dt}} \right)^{2/3},$$

während in solchen Fällen, wo diese lineare Abhängigkeit nicht besteht, verschiedene andere Formeln vorgeschlagen sind.¹ Obgleich zweifelsohne in der absoluten Größe von $\frac{d\mu}{dt}$ eine Anweisung auf wohl oder nicht vorliegende Assoziation der Flüssigkeit zu liegen scheint, so muß es auf Grund unserer Erfahrungen doch sehr bedenklich erscheinen, aus den Abweichungen von $\frac{d\mu}{dt}$ vom Werte 2.2 Erg den „Grad“ dieser Assoziation berechnen zu wollen. Denn es ist kaum zu bezweifeln, daß in der Mehrzahl der Fälle die μ - t -Funktion nicht linear ist, und daß meistens $\frac{d\mu}{dt}$ mit steigender Temperatur abnimmt, was jedenfalls mit der theoretischen Bedingung übereinstimmen würde, daß die μ - t -Kurve bei der kritischen Temperatur sich asymptotisch zur t -Achse nähern muß. Wenn es nun richtig wäre, daß eine Verkleinerung von $\frac{d\mu}{dt}$ auf

¹ So z. B. von VAN DER WAALS Sr., (*Zeitschr. f. phys. Chem.* 13 [1894], 716) eine Beziehung von der Form $\frac{d\chi}{dt} = A \cdot \left(1 - \frac{T}{T_{kr}} \right)^B$, worin B bei der kritischen Temperatur eigentlich = $\frac{2}{3}$ hätte sein sollen, aber in der Tat sich etwa zu 1.23 ergibt. Diese Gleichung würde tatsächlich gut die Temperaturabhängigkeit von χ wiedergeben können.

einen höheren Assoziationsgrad hinwies, dann ist es kaum einzusehen, warum gerade die meisten Flüssigkeiten Kurven vom konkaven Typus zeigen. Denn man müßte daraus den Schluß ziehen, daß bei weitaus den meisten Flüssigkeiten die Assoziation derselben mit steigender Temperatur zunimmt; und solches ist doch auf Grund der thermodynamischen Gleichgewichtslehre kaum glaublich, wenn man bedenkt, daß die meisten Dissoziationen mit Wärmeabsorption gepaart sind, die Assoziationen also exotherme Prozesse sind. Bei stark assoziierten Substanzen, wie beim Wasser, wäre gerade eine konvexe μ - t -Kurve zu erwarten; und in der Tat findet man hier eine solche Kurve.¹

Dagegen fanden wir, wie auch schon Eötvös, bei der Essigsäure, welche doch unzweifelhaft bei steigender Temperatur dissoziiert, innerhalb sehr weiten Temperaturgrenzen eine lineare Abhängigkeit von μ und t (1.33 Erg pro Grad).

Es muß aus unseren Erfahrungen wohl der Schluß gezogen werden; daß im allgemeinen $\frac{d^2\chi}{dt^2}$ nicht gleich Null ist, und daß daher die spezifische Wärme c der Flüssigkeiten eine Funktion ist von der Größe S der Begrenzungsebene. Das beweist, daß die spezifische Wärme der Flüssigkeitsoberfläche eine andere sein muß als die der übrigen Flüssigkeit, und daß die Oberflächenenergie daher keineswegs allein von potentieller, sondern auch von kinetischer Natur zu erachten sei. Es ist schwer, von vornherein zu sagen, wie dieselbe sich mit fortschreitender Polymerisation oder Depolymerisation der Flüssigkeit ändern wird, und dasselbe gilt meiner Meinung nach auch von der Abhängigkeit zwischen μ und t .

Bis jetzt haben wir immer $\frac{d\chi}{dt}$ und daher $\frac{d\mu}{dt}$, negativ gefunden; die Verkleinerung der Flüssigkeitsoberfläche ist daher offenbar wohl stets gepaart mit einer Abgabe von Wärme, die Vergrößerung derselben mit Wärmeabsorption. Wo $\frac{d\mu}{dt}$ nicht negativ ist, wie bei einigen der anisotropen Flüssigkeiten, findet wohl immer eine mehr oder weniger verwickelte Superposition von mehreren Effekten statt.

¹ Das übrigens viele μ - t -Kurven, auch nach früheren Beobachtern, in der Tat gar keine gerade Linien sind, davon kann man sich aus manchen Daten von GUYE u. A., namentlich bei größeren Temperaturintervallen, leicht überzeugen. Auch bei Eötvös hat das Wasser eine konvexe Kurve: zwischen 3° und 40° C ist der Temperaturkoeffizient: 1.80; zwischen 100° und 150° C: 2.28; und zwischen 150° und 210° C: 2.27 Erg.

§ 36. Anorganische Verbindungen.

Schwefelmonochloride: S_2Cl_2 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_4^0	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
0	1.641	2187.9	45.4	1.709	836.1
25.4	1.513	2017.9	41.8	1.670	781.7
50.1	1.379	1838.8	38.0	1.631	721.9
75	1.259	1678.4	34.6	1.591	668.3
90.5	1.198	1598.3	32.9	1.568	641.7
105.4	1.139	1518.1	31.2	1.544	614.8
121	1.075	1433.2	29.4	1.519	585.7

Molekulargewicht: 135.06.

Radius der Kapillare: 0.04242 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die dunkelgelbe Flüssigkeit siedet unter Atmosphärendruck bei 138° C. Beim Siedepunkt hat χ den Wert 29.0 Erg. Das spezifische Gewicht bei 0° C ist 1,7094; bei 138.1° C 1.4920 (ТЮРПЕ). Selbst bei -80° C erstarrte die Flüssigkeit nicht.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist bis 50° C erst etwa 2.24 Erg und fällt nachher ab auf etwa 1.79 Erg pro Grad.

Phosphortrichlorid: PCl_3 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_4^0	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
-70	1.574	2098.4	37.4	1.744	687.4
-20.5	1.332	1776.6	31.6	1.653	601.9
0	1.237	1650.2	29.3	1.613	567.3
20.8	1.155	1540.0	27.3	1.574	537.2
35.2	1.093	1457.6	25.8	1.547	513.6
50.3	1.031	1375.0	24.3	1.518	489.9
64.8	0.973	1298.1	22.9	1.492	467.0
75.1	0.932	1243.0	21.9	1.475	450.1

Molekulargewicht: 137.42.

Radius der Kapillare: 0.03636 cm

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Chlorid siedet unter 749 mm Druck bei 75° C. Bei -75° C war es noch dünnflüssig, nach TIMMERMANs ist der Schmelzpunkt -90° C. Beim Siedepunkt hat χ etwa den Wert 21.9 Erg. Nach RAMSAY und SHIELDS ist die Dichte bei 16.4° C 1.582; bei 46.2° C 1.527; die kritische Temperatur ist 290° C.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist relativ klein: im Mittel etwa 1.61 Erg pro Grad.

Phosphortribromid: PBr_3 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ m Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
-20	1.939	2585.2	45.8	2.972	927.0
0	1.894	2525.1	44.7	2.923	914.8
20.8	1.831	2441.0	43.2	2.871	894.7
35.3	1.795	2392.8	42.3	2.837	883.0
50.3	1.749	2332.2	41.3	2.799	870.0
64.8	1.699	2266.2	40.1	2.762	852.2
75.7	1.650	2200.2	38.9	2.735	832.1
90	1.574	2098.4	37.0	2.701	798.1
99.8	1.526	2035.2	36.0	2.676	781.4
116	1.438	1916.9	33.8	2.636	741.0
125	1.386	1848.1	32.6	2.615	718.5
140	1.295	1727.1	30.4	2.577	676.6
154	1.213	1617.1	28.4	2.542	637.9
170	1.126	1501.7	26.3	2.502	597.0

Molekulargewicht: 270.6.

Radius der Kapillare: 0.03636 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 750 mm Druck siedet die Verbindung bei 170.2° C. Das Bromid erstarrt bei -50° C und schmilzt dann wieder bei -40° C. Beim Siedepunkt ist $\chi = 26.2$ Erg.

Der Temperaturkoeffizient von μ nimmt allmählich zu: zwischen -20° und 50° C ist er im Mittel 0.81 Erg; zwischen 50° und 65° C 1.22 Erg; zwischen 65° und 76° C 1.84 Erg; zwischen 76° und 100° C 2.03 Erg; zwischen 100° und 170° C 2.63 Erg. Die Dichten wurden interpoliert aus den Literaturangaben für die anderen Temperaturen.

Phosphortriiodid: PJ_3 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen	
75.3	1.999	2665.4	56.5
90.9	1.962	2616.9	55.5
105.5	1.931	2574.4	54.6
121.4	1.898	2530.4	53.6
135.5	1.852	2469.1	52.4
150	1.817	2423.4	51.4

Molekulargewicht: 411.8.

Radius der Kapillare: 0.04242 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die roten Kristalle schmelzen bei 55° bis 60° C; die Verbindung sublimiert schnell und zieht unter Entwicklung von HJ so stark Wasser an, daß Messungen der Dichte überhaupt kaum möglich waren.

Arsenrichlorid: AsCl_3 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
-21	1.842	2453.8	43.8	2.245	818.4
0	1.708	2277.2	41.4	2.205	782.9
20.8	1.629	2167.2	39.4	2.165	754.3
35.3	1.601	2134.4	38.0	2.136	734.0
50.2	1.544	2057.3	36.6	2.105	713.9
64.8	1.480	1976.2	35.1	2.073	691.7
75.7	1.445	1924.4	34.2	2.051	678.8
90	1.354	1805.6	32.8	2.016	658.5
110	1.312	1749.0	31.0	1.968	632.4

Molekulargewicht: 181.84.

Radius der Kapillare: 0.03636 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Chlorid siedet unter 757 mm Druck bei 130.5° C; der Schmelzpunkt liegt bei -13° C. Die spezifischen Gewichte sind nach den Literaturangaben berechnet aus der Beziehung: $d_{40} = 2.2050 - 0.001856 t - 0.0000027 t^2$. Bei 0° C war die Dichte 2.2050; bei 20° C 2.1668; bei 130.2° C 1.9181.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist im Mittel 1.40 Erg pro Grad.Arsenbromid: AsBr_3 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
49.6	1.822	2429.1	49.6	3.328	1029.5
74.5	1.714	2285.1	46.6	3.261	980.5
90	1.647	2188.1	44.8	3.234	947.8
105.5	1.587	2116.9	43.0	3.184	919.3
121	1.518	2023.8	41.0	3.143	884.1
135	1.467	1956.6	39.6	3.111	859.8
149.6	1.417	1889.1	38.2	3.076	835.6
*165	1.273	1697.6	37.0	3.041	815.6
*179.7	1.244	1658.3	36.1	3.008	801.6

Molekulargewicht: 814.72.

Radius der Kapillare: 0.04242 cm;

bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04583 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Unter 20 mm Druck siedet die Flüssigkeit bei 109° C; die Substanz schmilzt bei 31° C.

Bei 50° C war die Dichte 3.3282; bei 75° C 3.2623; bei 100° C 3.1995. Bei $t^\circ \text{C}$: $d_{40} = 3.3972 - 0.002822 (t - 25^\circ) + 0.00000248 (t - 25^\circ)^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist bis 120° C ziemlich konstant und im Mittel 2.05 Erg pro Grad; dann fällt er allmählich bis etwa 0.98 Erg bei 180° C.

Antimontrichlorid: $SbCl_3$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_4^0	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
74.5	1.803	2403.7	49.6	2.672	957.4
90.4	1.739	2319.6	47.8	2.639	930.3
105	1.678	2242.5	46.0	2.606	902.8
120.6	1.616	2148.0	44.3	2.571	877.3
137	1.556	2074.4	42.6	2.534	851.8
149.8	1.506	2008.4	41.2	2.505	830.2
*165	1.342	1789.2	39.6	2.471	805.2
*178	1.299	1732.5	38.3	2.441	785.2

Molekulargewicht: 226.58. Radius der Kapillare: 0.04242 cm;
bei den mit * vermerkten Beobachtungen war er 0.04583 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die schön kristallisierte Substanz schmilzt bei 73.2° C und siedet unter 20 mm Druck bei 111° C.

Das spezifische Gewicht kann berechnet werden (KOPF) aus der folgenden Beziehung: $d_4^0 = 2.6712 - 0.002166(t - 75^\circ) - 0.00000072(t - 75^\circ)^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist konstant und etwa 1.66 Erg pro Grad.

Wismutchlorid: $BiCl_3$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_4^0	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
271	2.271	3028.3	66.2	3.811	1254.4
304	2.119	2825.0	61.8	3.735	1187.0
331	1.994	2658.0	58.1	3.682	1126.6
353	1.896	2527.7	55.3	3.621	1084.3
382	1.782	2375.8	52.0	3.554	1032.4

Molekulargewicht: 314.38. Radius der Kapillare: 0.04363 cm bei 18° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das bei 233° C schmelzende Salz wurde durch Destillation in einem trockenen Chlorwasserstoffstrom gereinigt. Bei höheren Temperaturen als 400° C sind keine Messungen mehr möglich, weil die Platinkapillare stark angegriffen wurde. Übrigens können diese Messungen nur als approximative gelten, weil die teilweise Zersetzung des $BiCl_3$ an der Luft nie auszuschließen ist. Auch die Dichtemessungen sind nur bis auf 5 Einheiten der dritten Dezimale genau; bei 254° C war die Dichte 3.851; bei 281° C 3.789; bei 304° C 3.735. Es läßt sich die Dichte bei t° C berechnen nach $d_4^0 = 3.860 - 0.00232(t - 250^\circ)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist zwischen 271° und 331° C 2.14 Erg; zwischen 331° und 353° C 1.92 Erg und zwischen 353° und 382° C 1.78 Erg pro Grad.

Wismuttribromid: BiBr_3 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
250	2.272	3029	66.5	4.598	1407.6
281	2.172	2893	63.6	4.525	1360.6
299	2.103	2804	61.6	4.471	1328.4
320	2.032	2709	59.5	4.416	1293.8
346	1.936	2581	56.7	4.348	1245.7
370	1.836	2448	53.8	4.286	1191.3
389	1.774	2366	52.0	4.237	1162.3
417	1.668	2224	48.9	4.164	1105.8
442	1.575	2100	46.2	4.099	1055.8

Molekulargewicht: 447.76.

Radius der Kapillare: 0.04381 cm bei 15° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung wurde aus reinem Wismut und Brom bereitet und durch Destillation gereinigt; sie schmilzt bei etwa 250° C zu einer gelben Flüssigkeit, die bei höheren Temperaturen dunkler wird. Bei 271.5° C war $d_{40} = 4.572$; bei 301° C 4.466; bei 330° C 4.390. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 4.598 - 0.0026(t - 250)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ wächst langsam mit steigender Temperatur von 1.76 Erg zwischen 250° und 389° C bis 2.0 Erg darüber.

Stannochlorid: SnCl_2 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
307	3.331	4447	97.0	3.289	1449
328	3.298	4397	96.2	3.263	1445
361	3.216	4283	93.9	3.222	1422
377	3.155	4207	92.0	3.202	1402
405	3.048	4064	89.0	3.166	1364
430	2.963	3951	86.4	3.135	1333
452	2.874	3832	83.9	3.108	1302
480	2.796	3728	81.6	3.072	1277

Molekulargewicht: 189.92.

Radius der Kapillare: 0.04363 cm bei 18° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Die Verbindung wurde gereinigt durch Destillation in einem Strom von trockenem Chlorwasserstoffgas. Sie schmilzt bei 250° C.

Bei 290° C ist die Dichte 3.310; bei 345° C 3.241; bei 398.7° C 3.174. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 3.298 - 0.001253(t - 300)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist im Mittel etwa 1.0 Erg pro Grad.

Lithiumfluorid: LiF.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
868.5	7.098	9463	249.5	1.789	1485.4
897.6	7.021	9360	248.0	1.775	1484.2
944	6.890	9186	242.3	1.753	1462.3
984.6	6.770	9026	238.3	1.734	1448.8
1029.4	6.634	8844	233.5	1.713	1431.0
1065	6.525	8699	229.8	1.696	1417.8
1116.5	6.323	8430	222.7	1.672	1387.0
1155.5	6.170	8226	217.4	1.653	1364.4
1208	5.976	7967	210.6	1.629	1334.7
1270	5.700	7599	201.1	1.599	1290.4

Molekulargewicht: 25.99.

Radius der Kapillare: 0.05240 cm bei 19° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 844° C; schon bei 1150° C; verdampft es rasch, und über 1270° so schnell, daß es besser war, die Messungen einzustellen. Die Dämpfe reagieren alkalisch. Die Dichte bei 887° C war 1.780; bei 973° C 1.740; bei 1058° C 1.699. Im allgemeinen bei t° C: $d_{40} = 1.798 - 0.0004375(t - 850)$. Die Korrektion für die Kapillarität ist hier, wie überall im folgenden, schon angebracht.

Der Temperaturkoeffizient von μ steigt leise mit zunehmender Temperatur: zwischen 898° und 1029° C ist er etwa 0.40 Erg; zwischen 1029° und 1208° C etwa 0.58 Erg; dann etwa 0.70 Erg pro Grad.

Lithiumchlorid: LiCl.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
614	3.928	5237	137.8	1.496	1282.0
640	3.859	5145	135.4	1.483	1267.0
680	3.786	5047	132.9	1.466	1263.2
734.5	3.668	4890	128.8	1.443	1256.0
775.5	3.580	4773	125.8	1.425	1237.0
813.7	3.504	4672	123.2	1.409	1192.8
860.1	3.410	4546	119.9	1.389	1172.0
914.8	3.300	4400	116.1	1.365	1148.2
967.8	3.199	4265	112.6	1.342	1126.2
1021.9	3.082	4109	108.5	1.319	1097.8
1074.6	2.976	3968	104.8	1.296	1072.9

Molekulargewicht: 42.45.

Radius der Kapillare: 0.05240 cm bei 19° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 614° C; bei 960° C fängt es an merklich zu verdampfen, und über 1080° C so schnell, daß die Messungen fast unmöglich werden. Das Sublimat reagiert schwach alkalisch. Die Dichte bei 626° war 1.490; bei 683° C 1.465; bei 732° C 1.444. Bei t° C: $d_{40} = 1.501 - 0.000432(t - 600)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist im Mittel, mit etwa unregelmäßigen Schwankungen, etwa 0.47 Erg pro Grad.

Lithiumsulfat: Li_2SO_4 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 9° C	in Dynen			
860	6.361	8481	223.8	2.004	3231
873.5	6.342	8455	223.1	1.999	3227
897	6.303	8403	221.8	1.989	3219
923	6.256	8341	220.2	1.978	3207
962.5	6.169	8224	217.4	1.962	3183
976.8	6.146	8194	216.4	1.956	3175
1001.2	6.099	8132	214.8	1.947	3161
1038.5	6.027	8035	212.3	1.932	3141
1057	5.987	7982	211.0	1.924	3130
1074	5.953	7936	209.8	1.917	3120
1089.5	5.923	7897	208.8	1.911	3111
1112	5.879	7838	207.3	1.901	3100
1156.5	5.791	7720	204.2	1.884	3072
1167.5	5.766	7687	203.4	1.879	3066
1183.5	5.737	7649	202.4	1.873	3057
1192.2	5.718	7624	201.8	1.869	3052
1214	5.675	7566	200.3	1.860	3039

Molekulargewicht: 109.94.

Radius der Kapillare: 0.05240 cm bei 16° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz wurde aus reinstem Li_2CO_3 und Schwefelsäure bereitet und sorgfältig getrocknet. Es schmilzt bei 849° C. Nach Erhitzen auf 1200° C reagiert die in Wasser gebrachte Schmelzmasse deutlich alkalisch. Es hatte daher wenig Sinn, die Messungen bei noch höheren Temperaturen fortzusetzen.

Die Dichte war, nach Korrektur für die Oberflächenspannung, bei 908° C 1.984; bei 1005° C 1.945; bei 1112° C 1.901; für die übrigen Temperaturen wurde sie berechnet nach $d_{40} = 2.008 - 0.000407(t - 850)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ schwankt um einen Mittelwert von 0.50 Erg pro Grad.

Lithium-Metaborat: LiBO_2 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen	
879.2	7.442	9922	261.8
922	7.379	9838	259.7
967.5	7.279	9704	256.2
1011.5	7.190	9586	253.1
1054.5	7.108	9476	250.3
1097.3	7.034	9378	247.7
1149.7	6.912	9215	243.6
1198	6.800	9066	239.7
1249	6.638	8850	234.2
1309.3	6.399	8531	225.8
1355	6.252	8335	220.7
1408	6.022	8029	212.7
1457	5.750	7666	203.1
1520	5.445	7260	192.4

Molekulargewicht: 49.99.

Radius der Kapillare: 0.05240 cm bei 19° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Temperaturabhängigkeit der molekularen freien Oberflächenenergie usw. 179

Das Salz schmilzt bei 845° C. Bei 1200° C fängt es merklich zu verdampfen an; die Dämpfe reagieren alkalisch (Li₂O). Bei 1300° C ist die Verflüchtigung des Li₂O schon relativ schnell; wegen der Dissoziation fällt die χ -t-Kurve jetzt viel schneller ab als im Anfang.

Lithiumnitrat: LiNO₃.

Temp. in ° C	Maximaldruck H in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
358.5	3.334	4445	111.5	1.723	1304.5
403	3.260	4347	109.1	1.699	1288.3
418.2	3.240	4320	108.4	1.690	1284.7
445.3	3.169	4225	106.0	1.676	1264.2
492.5	3.069	4092	102.3	1.650	1231.9
555.3	2.956	3941	99.0	1.616	1208.8
609.4	2.872	3829	96.2	1.586	1189.4

Molekulargewicht: 68.95.

Radius der Kapillare: 0.05002 cm bei 18° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 254° C; die Flüssigkeit ist äußerst beweglich. Die Werte von χ sind merkwürdigerweise niedriger als beim korr. Na-Salze. Bei 600° C kann man schon eine merkliche Abspaltung nitröser Dämpfe und Sauerstoff beobachten. Die Dichte bei 288° C war 1.762; bei 341° C 1.732; bei 454° C 1.670; bei 546° C 1.621. Bei t° C: $d_{40} = 1.755 - 0.000546(t - 300)$. Der Temperaturkoeffizient von μ ist im Mittel etwa 0.45 Erg pro Grad.

Lithiummetasilikat: Li₂SiO₃.

Temp. in ° C	Maximaldruck H in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm
1254	11.82	15759	374.6
1380	11.29	15052	358.2
1421	11.22	14958	356.2
1479	11.11	14812	352.8
1550	10.97	14626	348.7
1601	10.90	14532	346.6

Molekulargewicht: 90.01.

Radius der Kapillare: 0.0470 cm.

Eintauchtiefe: 0.1—0.2 mm.

Das Metasilikat hatte die richtige Zusammensetzung und schmolz bei 1201° C.

Der Temperaturkoeffizient ist offenbar sehr klein. Es gelang bis jetzt nicht, zuverlässige Dichte-Bestimmungen auszuführen.

Natriumfluorid: NaF.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht. d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
1010	5.685	7579	199.5	1.936	1551.8
1052.8	5.570	7426	195.5	1.912	1533.4
1097	5.445	7259	191.2	1.887	1512.9
1146.7	5.290	7053	185.8	1.859	1484.9
1189	5.136	6847	180.5	1.835	1455.1
1234	5.019	6691	176.4	1.810	1435.1
1263.2	4.922	6562	173.1	1.794	1416.6
1313	4.761	6347	167.5	1.766	1385.3
1357.3	4.628	6170	162.9	1.741	1360.0
1405.3	4.480	5973	157.8	1.714	1331.3
1456.4	4.330	5773	152.5	1.685	1301.2
1497	4.220	5626	148.7	1.662	1280.6
1546	4.070	5426	143.5	1.634	1249.8

Molekulargewicht: 42.0.

Radius der Kapillare: 0.05223 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 980° C. Die Dichte war, nach allen Korrekturen, bei 1017° C 1.932; bei 1119° C 1.875; bei 1214° C 1.821. Bei t ° C: $d_{40} = 1.942 - 0.000564(t - 1000)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist fast konstant und beträgt im Mittel 0.52 Erg pro Grad.

Natriumchlorid: NaCl.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
802.6	3.580	4772.9	113.8	1.547	1281.5
810.5	3.572	4762.2	113.5	1.542	1280.9
820.8	3.552	4735.5	112.9	1.536	1277.5
832	3.520	4692.9	111.9	1.529	1270.0
859	3.457	4608.9	109.9	1.512	1256.6
883.2	3.401	4534.3	108.2	1.497	1245.4
907.5	3.345	4459.7	106.4	1.482	1233.0
930.6	3.285	4379.7	104.5	1.467	1219.2
960.5	3.227	4302.3	102.7	1.449	1208.1
995.5	3.132	4175.6	99.7	1.427	1184.8
1037	3.047	4062.3	97.0	1.401	1167.0
1080	2.951	3934.3	94.0	1.374	1145.6
1122.3	2.864	3818.3	91.3	1.347	1127.5
1171.8	2.761	3681.0	88.0	1.316	1103.8

Molekulargewicht: 58.46.

Radius der Kapillare: 0.04736 cm bei 16° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das wasserfreie Salz schmilzt bei 801° C. Bei 1080° C verdampfte es schon stark, bei 1150° C sehr schnell. Die Schmelzmasse reagiert, in Wasser gebracht, alkalisch; die Dämpfe dagegen sind sauer.

Bei 823° C war die Dichte 1.535; bei 854° C 1.516; bei 885° C 1.496. Die letztere Zahl ist wegen der schon ziemlich bedeutenden Sublimation bei 880° C nicht mehr ganz sicher. Es läßt sich die Dichte bei t° C berechnen nach: $d_{4^{\circ}} = 1.549 - 0.0006261(t - 800)$; die Korrektur für die kapillare Wirkung ist schon angebracht.

Wenn man absieht von dem sehr niedrigen Wert von $d\mu/dt$ in der unmittelbaren Nähe des Schmelzpunktes, so ist der Temperaturkoeffizient von μ ziemlich konstant und im Mittel 0.48 Erg pro Grad.

Natriumbromid: NaBr.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht $d_{4^{\circ}}$	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
760.9	3.011	4015	105.8	2.320	1325.9
809.5	2.928	3904	102.9	2.284	1303.0
851.9	2.834	3778	99.6	2.250	1273.9
896.8	2.737	3649	96.2	2.211	1244.9
941.5	2.640	3520	92.9	2.169	1217.6
984.5	2.556	3408	90.0	2.125	1196.2
1029.4	2.449	3265	86.2	2.078	1162.5
1073.5	2.384	3178	84.0	2.026	1152.2
1116	2.302	3069	81.1	1.974	1131.2
1165.7	2.214	2952	78.0	1.912	1112.0

Molekulargewicht: 102.92.

Radius der Kapillare: 0.05240 cm bei 19° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 760° C; bei 1000° C fängt es stark zu verdampfen an, wobei freies Brom beobachtet wird. Der sublimierte Teil reagiert alkalisch.

Die Dichte bei 787° C ist 2.300; bei 829.2° C 2.269; bei 880.5° C 2.226. Bei t° C: $d_{4^{\circ}} = 2.306 - 0.0072(t - 780) - 0.0000008(t - 780)^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist im Mittel etwa 0.53 Erg pro Grad.

Natriumjodid: NaJ.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht $d_{4^{\circ}}$	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
705.5	2.438	3250	85.6	2.692	1248.3
746	2.388	3184	83.9	2.649	1236.7
815.5	2.291	3054	80.5	2.575	1209.3
860.7	2.209	2945	77.6	2.527	1180.4

Molekulargewicht: 149.92.

Radius der Kapillare: 0.05240 cm bei 19° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz, welches bei 663° C schmilzt, fängt bald stark zu verdampfen an, wobei freies Jod beobachtet wird. Das Sublimat reagiert alkalisch.

Die Dichte des Salzes war bei 675° C 2.725; bei 699° C 2.699; bei 724° C 2.673. Bei t° C: $d_{4^{\circ}} = 2.698 - 0.001061(t - 700)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ steigt mit zunehmender Temperatur und ist sehr klein: 0.29 Erg zwischen 704° und 746° C; 0.39 Erg zwischen 746° und 815° C; 0.63 Erg zwischen 815° und 861° C.

Natriumsulfat: Na_2SO_4 .

Temp. in $^{\circ}\text{C}$	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qem	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qem
	in Millimeter Quecksilber von 0°C	in Dynen			
900	6.285	8379	194.8	2.061	3275
945	6.247	8329	189.3	2.039	3205
990	6.209	8278	188.2	2.017	3210
1032	6.149	8198	186.5	1.997	3202
1077	6.088	8116	184.7	1.971	3199

Molekulargewicht: 142.07.

Radius der Kapillare: 0.04512 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Natriumsulfat war ganz rein und schmolz bei 884°C . Nach Erhitzen auf 1100° zeigte die in Wasser gebrachte Schmelzmasse eine deutlich alkalische Reaktion. Die Messungen wurden wegen dieser Dissoziation nicht über 1100°C fortgesetzt. Bei 926°C war die Dichte 2.049; bei 988°C 2.021; bei 1046°C 1.991. Im allgemeinen bei $t^{\circ}\text{C}$: $d_{40} = 2.061 - 0.000483(t - 900)$.

Eine gesetzmäßige Änderung des Temperaturkoeffizienten von μ ist aus diesen Daten nicht herzuleiten; nur ist ersichtlich, daß derselbe sehr klein, etwa 0.30 Erg pro Grad, ist.

Natriummolybdat: Na_2MoO_4 .

Temp. in $^{\circ}\text{C}$	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qem	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qem
	in Millimeter Quecksilber von 0°C	in Dynen			
698.5	6.091	8122	214.0	2.796	3761
728.5	5.975	7967	210.0	2.777	3707
751	5.921	7893	208.1	2.763	3686
777	5.828	7770	204.9	2.747	3644
818.8	5.757	7675	202.4	2.720	3623
858.5	5.657	7542	199.0	2.695	3584
903.8	5.552	7401	195.4	2.667	3544
948	5.436	7247	191.4	2.639	3496
989.5	5.330	7106	187.7	2.613	3451
1035	5.224	6966	184.1	2.584	3410
1078.5	5.141	6854	181.2	2.557	3380
1121.5	5.070	6760	178.8	2.530	3359
1171.5	4.998	6654	176.1	2.499	3335
1212	4.947	6595	174.6	2.473	3330

Molekulargewicht: 206.

Radius der Kapillare: 0.05240 cm bei 16°C .

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 687°C zu einer farblosen Flüssigkeit. Die Dichte war nach allen Korrekturen, bei 804°C 2.730; bei 931°C 2.648; bei 1063°C 2.567. Bei $t^{\circ}\text{C}$: $d_{40} = 2.795 - 0.000629(t - 700)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ wird mit steigender Temperatur allmählich kleiner; sein Mittelwert ist zwischen 698° und 819°C etwa 1.2 Erg; zwischen 819° und 1035°C etwa 0.98 Erg und zwischen 1035° und 1171°C etwa 0.56 Erg pro Grad.

Natriumwolframat: Na_2WO_4 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
710	5.932	7909	203.3	3.893	3632
719.5	5.909	7878	202.6	3.883	3626
741	5.863	7817	201.0	3.860	3612
788	5.778	7703	198.2	3.812	3591
834	5.686	7580	195.2	3.765	3566
879	5.579	7438	191.5	3.721	3526
932	5.517	7355	189.5	3.671	3521
985.3	5.364	7151	184.2	3.623	3452
1038.5	5.280	7040	181.4	3.576	3430
1080.5	5.186	6913	178.3	3.541	3393
1133	5.073	6762	174.6	3.499	3350
1181.4	5.010	6679	172.4	3.461	3332
1231.5	4.880	6506	168.0	3.424	3270
1281.8	4.755	6339	163.8	3.390	3209
1331.5	4.663	6217	160.6	3.355	3168
1390.5	4.494	5991	155.0	3.318	3080
1450	4.405	5872	152.0	3.282	3043
1516.5	4.265	5686	147.3	3.245	2971
1559	4.171	5560	144.0	3.224	2917
1595	4.129	5508	142.6	3.208	2899

Molekulargewicht: 294.0.

Radius der Kapillare: 0.05113 cm bei 16° C.
Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das völlig weiße, wasserfreie Salz schmilzt bei 694° C zu einer wasserhellen, relativ zähflüssigen Schmelze, die jedoch bei höherer Temperatur bald beträchtlich beweglicher wird. Die Dichte bei 917° C war 3.685; bei 1128° C 3.502; bei 1330° C 3.356. Im allgemeinen bei $t^\circ \text{C}$ $d_4^{20} = 3.673 - 0.0009275 (t - 930) + 0.000000337 (t - 930)^2$; die Korrekktion für die Kapillarität ist hierbei schon angebracht.

Der Temperaturkoeffizient von μ nimmt mit höher werdender Temperatur allmählich zu: von 0.64 Erg pro Grad zwischen 710° und 985° bis etwa 0.99 Erg pro Grad zwischen 1516° und 1595° C; zwischen 1080° und 1230° C ist er ungefähr 0.90 Erg pro Grad.

Natriummetaborat: NaBO_2 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen	
1015.6	5.762	7682	193.7
1051.9	5.599	7465	188.3
1096.5	5.378	7170	180.9
1140	5.190	6919	174.7
1192.3	4.933	6577	166.1
1234	4.700	6266	159.7
1276.5	4.476	5967	150.8
1323.3	4.239	5651	142.9
1372	4.006	5341	135.1
1441	3.740	4986	126.2

Molekulargewicht: 66.0.

Radius der Kapillare: 0.05002 cm bei 18° C.
Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 966° C. Bei 1230° C fängt es deutlich zu verdampfen an; bei 1350° C ist diese Verdampfung recht erheblich. Zuverlässige Dichte-Bestimmungen konnten bis jetzt nicht gemacht werden.

Natriumnitrat: NaNO_3 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
321.5	3.580	4773	119.7	1.900	1508.6
355	3.534	4711	118.1	1.877	1500.6
396.5	3.466	4621	115.9	1.850	1486.9
426.5	3.412	4549	114.2	1.829	1476.3
465.7	3.341	4454	111.8	1.803	1459.0
513.1	3.253	4337	108.9	1.771	1438.3
559	3.162	4216	105.9	1.740	1415.3
601.6	3.086	4114	103.4	1.711	1397.4
656.3	2.966	3954	99.4	1.675	1363.6
693	2.889	3852	96.8	1.650	1340.3
738.2	2.793	3723	93.7	1.620	1313.3

Molekulargewicht: 85.01.

Radius der Kapillare: 0.05002 cm bei 18° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 308° C. Schon bei 700° C werden merkbar nitröse Dämpfe und Sauerstoff abgegeben; die erstarrte Schmelze gibt in Wasser eine stark alkalisch reagierende Lösung.

Die Dichte bei 350° C ist 1.880; bei 400° C 1.847; bei 450° C 1.813; bei 500° C 1.780; bei 550° C 1.746. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 1.914 - 0.0006719(t - 300)$. Es sind die Zahlen in bezug auf die Oberflächenspannung korrigiert worden. Die Daten weichen nur wenig ab von den von GOODWIN und MAILEY (l. c.) angegebenen.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist sehr klein und steigt regelmäßig mit der Temperatur an: zwischen 321° und 355° C 0.24 Erg pro Grad; zwischen 355° und 426° C 0.34 Erg pro Grad; zwischen 426° und 601° C 0.45 Erg pro Grad und zwischen 601° und 738° C 0.61 Erg pro Grad.

Natrium-Methaphosphat: NaPO_3 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
827	5.730	7639	197.5	2.181	2564.8
871.4	5.648	7538	194.8	2.162	2544.0
927	5.553	7403	191.6	2.137	2521.8
1014	5.406	7207	186.7	2.099	2486.9
1098.5	5.254	7004	181.6	2.062	2447.8
1181	5.109	6811	176.6	2.025	2409.1
1264.5	4.939	6584	170.9	1.989	2358.0
1317	4.814	6418	166.7	1.966	2318.0
1434°	4.511	6014	156.2	1.914	2212.8
1516.5	4.254	5671	147.5	1.878	2116.0

Molekulargewicht: 102.04.

Radius der Kapillare: 0.05140 cm bei 15° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 619° C; unterhalb 900° C ist die Schmelze ziemlich viskös. Bei 1100° C fängt das Salz beträchtlich zu verdampfen an und sublimiert schnell bei höheren Temperaturen. Die Bestimmung der Dichte war wegen der Flüchtigkeit über 1100° C sehr schwierig und nicht sehr genau. Gefunden wurde bei 905° C 2.147; bei 1007° C 2.102. bei t° C: $d_{40} = 2.193 - 0.00044(t - 800)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist anfänglich bis etwa 1180° C 0.43 Erg pro Grad; dann steigt er allmählich an, von 0.61 Erg zwischen 1180° C und 1264° bis zu 1.16 Erg zwischen 1434° und 1516° C; es mag dies wohl mit der Flüchtigkeit und einer Zersetzung über 1200° C zusammenhängen.

Kaliumfluorid: KF.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_4^0	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
912.7	4.123	5497	138.4	1.869	1368.1
961.5	4.024	5365	135.2	1.837	1352.1
1015	3.898	5197	131.0	1.801	1327.6
1062	3.790	5053	127.4	1.770	1305.9
1097	3.701	4934	124.5	1.749	1286.6
1146.5	3.564	4752	119.9	1.713	1256.3
1185	3.450	4600	116.1	1.689	1228.0
1234	3.336	4448	112.3	1.654	1204.5
1275	3.225	4300	108.6	1.627	1177.6
1310	3.116	4154	104.9	1.604	1148.4

Molekulargewicht: 58.1.

Radius der Kapillare: 0.05002 cm bei 18° C.
Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 856° C. Bei 1140° C fängt es merklich zu sublimieren an; bei 1180° C verdampft es stark unter Abgabe von sauer reagierenden Dämpfen. Die Dichte bei 913° C war 1.869; bei 986° C 1.819; bei 1054° C 1.775. Bei t° C im allgemeinen: $d_4^0 = 1.878 - 0.000669(t - 900)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ steigt langsam mit steigender Temperatur: von 0.33 Erg zwischen 913° und 961° C auf 0.45 Erg zwischen 961° und 1062° C; dann zwischen 1062° und 1097° C 0.55 Erg; zwischen 1097° und 1275° C 0.62 Erg, bis auf etwa 0.83 Erg zwischen 1275° und 1310° C.

Kaliumchlorid: KCl.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_4^0	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
799.5	3.015	4019.6	95.8	1.509	1290.0
827.1	2.957	3942.3	94.0	1.492	1275.3
861.5	2.873	3830.4	91.3	1.470	1251.0
885.1	2.819	3758.4	89.7	1.456	1237.0
908.5	2.768	3690.4	88.0	1.442	1221.3
941	2.697	3595.7	85.8	1.421	1202.6
986	2.582	3442.5	82.2	1.396	1165.8
1029	2.484	3311.6	79.1	1.370	1136.0
1054	2.425	3233.0	77.2	1.355	1116.9
1087.5	2.361	3147.8	75.2	1.335	1098.7
1103.6	2.313	3083.8	73.7	1.326	1081.6
1125	2.275	3033.1	72.5	1.313	1070.3
1167	2.182	2909.1	69.6	1.287	1042.1

Molekulargewicht: 74.56.

Radius der Kapillare: 0.04736 cm bei 15° C.
Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 768° C; nach vierstündigem Erhitzen erstarrt es bei 766° C. Schon bei 980° verdampft es beträchtlich, bei 1160° sehr schnell; die Dämpfe reagieren sauer, die Schmelzmasse in Wasser alkalisch. Durch die Zersetzung sinken die H-Werte mehr und mehr.

Die Dichte bei 785° C ist 1.517; bei 837° C 1.485; bei 878° C 1.461. Bei t° C: $d_4^0 = 1.539 - 0.0005947(t - 750)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant und im Mittel 0.68 Erg pro Grad.

Kaliumbromide: KBr.

Temp. in ° C	Maximaldruck H in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung γ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
775	2.702	3602.3	85.7	2.086	1270.2
798	2.642	3522.3	83.8	2.068	1249.2
826	2.585	3446.3	82.0	2.045	1231.5
859	2.504	3338.3	79.5	2.019	1204.2
886.5	2.450	3266.3	77.8	1.997	1187.1
920	2.376	3167.7	75.4	1.970	1161.0

Molekulargewicht: 119.02.

Radius der Kapillare: 0.04728 cm bei 15° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Schon bei 825° C ist eine geringe Abspaltung von HBr und von etwas freiem Brom, durch die Mitwirkung des Luftsauerstoffs, bemerkbar; bei 940° C wurden die Messungen eingestellt, wegen der schon zu weit vorgeschrittenen Zersetzung des Salzes.

Die Dichte bei 751° C war 2.105; bei 776.5° C 2.085; bei 802.5° C 2.064. Bei t ° C: $d_{40} = 2.106 - 0.000799(t - 750)$.

Der Temperaturkoeffizient ist im Mittel etwa 0.76 Erg pro Grad.

Kaliumjodid: KJ.

Temp. in ° C	Maximaldruck H in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung γ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
737	2.372	3162	75.2	2.392	1269.8
764	2.274	3032	72.1	2.364	1227.0
812	2.183	2910	69.2	2.314	1194.6
866	2.106	2808	66.8	2.257	1172.5
873	2.097	2796	66.5	2.250	1169.6

Molekulargewicht: 165.96.

Radius der Kapillare: 0.04728 cm bei 15° C.

Eintauchtiefe: 0.1–0.2 mm.

Das Salz schmilzt bei 681.5° C. Schon bei 750° fängt es schnell zu verdampfen an, bei 900° C sehr stark, unter Abgabe von Jodwasserstoff und freiem Jod. Es hat keinen Sinn, die Messungen bis zu höheren Temperaturen fortzusetzen.

Die Dichte war bei 700° C 2.431; bei 725° C 2.405; bei 751° C 2.378. Im allgemeinen bei t ° C: $d_{40} = 2.431 - 0.001022(t - 700)$.

Der Temperaturkoeffizient nimmt erst ab mit steigender Temperatur: zwischen 737° und 764° C 1.58 Erg; 764° und 812° C 0.67 Erg; dann 0.41 Erg pro Grad.

Kaliumsulfat: K_2SO_4 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
1070.2	4.080	5439	143.7	1.888	2935
1103	4.048	5397	142.6	1.870	2931
1145	3.989	5318	140.6	1.848	2913
1199	3.878	5171	136.7	1.818	2863
1247	3.762	5016	132.7	1.792	2806
1305.5	3.651	4868	128.8	1.760	2757
1347	3.578	4770	126.2	1.737	2725
1371.5	3.529	4705	124.6	1.724	2704
1400	3.468	4623	122.4	1.709	2672
1439.5	3.393	4523	119.8	1.687	2637
1462.5	3.344	4458	118.1	1.674	2613
1490.4	3.286	4381	116.1	1.660	2584
1530.3	3.228	4304	114.1	1.637	2563
1586	3.130	4173	110.7	1.607	2517
1656	3.020	4026	106.8	1.569	2468

Molekulargewicht 174.27.

Radius der Kapillare: 0.05240 cm bei 19° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 1067° C und dissoziiert bis 1550° C nicht merklich.

 Die Dichte bei 1102.5° C ist 1.871; bei 1202.5° C 1.815; bei 1291.5° C 1.768; alles nach Korrektur für die kapillare Wirkung auf den Faden. Im allgemeinen bei t° C: $d_{40} = 1.872 - 0.0005449(t - 1100)$.

 Wenn man absieht von dem abnorm niedrigen Wert des Temperaturkoeffizienten von μ in der Nähe des Schmelzpunktes, so ist derselbe weiter ziemlich konstant und im Mittel 0.90 Erg pro Grad.

 Kaliumbichromat: $K_2Cr_2O_7$.

Temp. in ° C	Maximaldruck H in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen	Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
420	4.853	6470	140.1	2.271	—
454	4.825	6433	139.4	2.248	3593
480	4.792	6389	138.4	2.229	3588
504	4.743	6323	137.0	2.213	3568
535	4.672	6229	135.0	2.191	3540

Molekulargewicht: 294.2.

Radius der Kapillare: 0.04315 cm bei 18° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 396° C; bei höheren Temperaturen als 540° trat Zersetzung ein unter Gasentwicklung.

 Nach Korrektur für die Kapillarität ergibt sich die Dichte zu 2.271 bei 420° C; bei 462.7° C 2.242; bei 497.4° C 2.217. Im allgemeinen bei t° C: $d_{40} = 2.285 - 0.000695(t - 400)$.

 Insoweit es die spärlichen zuverlässigen Daten erlauben, ergibt sich der Temperaturkoeffizient von μ zwischen 489° und 535° C zu etwa 0.86 Erg pro Grad.

Kaliummolybdat: K_2MoO_4 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
930.6	4.310	5746	150.5	2.362	3261
977	4.218	5626	147.3	2.334	3217
1021	4.158	5543	145.2	2.307	3196
1105	4.021	5360	140.7	2.255	3144
1143	3.960	5280	138.6	2.230	3120
1189.3	3.868	5156	135.5	2.200	3078
1273	3.714	4950	130.0	2.144	3004
1286	3.676	4900	128.8	2.135	2939
1356	3.529	4712	123.6	2.087	2908
1438	3.364	4483	118.0	2.029	2829
1452.8	3.330	4440	116.9	2.018	2813
1522.3	3.205	4273	112.5	1.959	2761

Molekulargewicht: **238.2**.

Radius der Kapillare: 0.05240 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 919° C; bei 1400° C fängt es an, sich langsam zu zersetzen.

Bei 964° C ist die Dichte 2.342; bei 1124° C 2.243; bei 1324° C 2.110. Im allgemeinen bei t° C: $d_{40} = 2.342 - 0.0006(t - 964) - 0.000000128(t - 964)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ schwankt etwas unregelmäßig um einen Mittelwert von etwa 0.79 Erg pro Grad.

Kaliumwolframat: K_2WO_4 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
925	4.611	6147	161.0	3.175	3531
969	4.410	5879	154.1	3.139	3406
1012.5	4.305	5739	150.2	3.103	3346
1051.5	4.173	5563	145.9	3.071	3275
1097	4.056	5409	141.9	3.035	3207
1138.8	3.943	5257	138.0	3.002	3143
1183.2	3.832	5109	134.1	2.968	3076
1230	3.720	4960	130.3	2.933	3013
1284	3.558	4744	124.6	2.893	2908
1322.4	3.449	4598	120.9	2.866	2839
1366.5	3.379	4505	118.4	2.834	2802
1408.5	3.259	4345	114.3	2.805	2723
1458.2	3.135	4180	110.0	2.771	2642
1489	3.076	4101	107.9	2.751	2605
1520.3	3.010	4013	105.6	2.730	2560

Molekulargewicht: **326.2**.

Radius der Kapillare: 0.05201 cm bei 17° C.

Eintauchtiefe: 0.1–0.2 mm.

Das Salz schmilzt bei 921° C; selbst bei 1500° C sublimiert die Verbindung nicht merkbar. Die Dichte bei 991° C ist 3.120; bei 1201° C 2.954; bei 1361° C: 2.837. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 3.113 - 0.00082(t - 1000) + 0.000000162(t - 1000)^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant und zwischen 925° und 1520° im Mittel 1.6 Erg pro Grad.

Kaliummetaborat: KBO_2 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen	
992	3.676	4901	123.5
1036	3.341	4454	112.3
1091	3.062	4083	103.0
1142	2.872	3829	96.6

Molekulargewicht: 82.1.

Radius der Kapillare: 0.05002 cm bei 18° C.

Eintauchtiefe: 0.1–0.3 mm.

Das Salz schmilzt bei 947° C. Wegen der Flüchtigkeit und der großen Viskosität sind die Messungen schwierig auszuführen, und können die Zahlen nur als angenäherte Werte betrachtet werden.

Kaliumnitrat: KNO_3 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_4^{20}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
380	3.300	4400	110.4	1.837	1597
436	3.168	4223	106.0	1.794	1558
480.1	3.073	4097	102.8	1.760	1531
534.3	2.942	3923	98.5	1.719	1489
578	2.841	3788	95.2	1.685	1459
628	2.735	3646	91.6	1.647	1426
675.4	2.623	3497	87.9	1.611	1389
721.7	2.506	3341	84.0	1.575	1349
771.6	2.391	3188	80.2	1.537	1307

Molekulargewicht: 101.11.

Radius der Kapillare: 0.05002 cm bei 18° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 339° C. Bei 760° C fängt es schon an, sich merklich zu zersetzen, unter Entwicklung fremder Gase (nitrose Dämpfe, Sauerstoff).

Die Dichte bei 394° C ist 1.826; bei 460° C 1.774; bei 532.5° C 1.720. Bei t° C: $d_4^{20} = 1.898 - 0.0007652(t - 300)$, wobei die Korrektion für die Kapillarität schon in Rechnung gebracht ist.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist am Anfang etwa 0.52 Erg pro Grad; später allmählich steigend bis etwa 0.85 Erg pro Grad.

Kalium-Metaphosphat: KPO_3 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_4^0	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
897	4.506	6007	155.5	2.069	2304.0
942	4.395	5860	151.8	2.049	2263.8
995.7	4.346	5793	149.0	2.027	2238.1
1036	4.233	5643	146.1	2.010	2206.9
1082	4.137	5515	143.0	1.983	2179.6
1120	4.060	5413	140.3	1.973	2145.6
1167	3.957	5275	136.8	1.953	2106.4
1205.2	3.859	5145	133.5	1.938	2066.2
1250	3.842	5122	130.2	1.918	2029.1
1288	3.650	4866	126.3	1.901	1980.0
1344.5	3.538	4717	122.5	1.877	1936.8
1372	3.422	4562	118.5	1.865	1881.6
1412.5	3.310	4413	114.7	1.848	1832.4
1496.5	3.043	4057	105.5	1.812	1707.6
1536	2.894	3858	100.3	1.795	1633.8

Molekulargewicht: 118.

Radius der Kapillare: 0.05140 cm.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 810° C und fängt bei 1400° C an merklich zu verdampfen und sublimiert leicht bei höheren Temperaturen. Die Dichte bei 988.5° C war; 2.030; bei 1090° C 1.986; bei 1195.5° C 1.941. Bei t^0 C: $d_4^0 = 2.111 - 0.00043(t - 800)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist zwischen 897° und 1200° C fast konstant und im Mittel 0.91 Erg pro Grad Celsius; später nimmt er allmählich mit steigender Temperatur zu, etwa 1.28 pro Grad.

Rubidiumfluorid: RbF.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_4^0	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
802.6	3.630	4839	127.2	2.894	1389.2
847.2	3.461	4614	121.3	2.851	1338.0
886.8	3.327	4436	116.7	2.812	1299.2
936	3.220	4293	113.0	2.763	1272.8
985.6	3.102	4136	108.9	2.711	1242.3
1036.7	2.997	3996	105.2	2.657	1216.3
1085.4	2.910	3879	102.2	2.605	1197.2

Molekulargewicht: 104.45.

Radius der Kapillare: 0.05223 cm bei 19° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 760° C. Bei 1000° C fängt es an, merklich zu verdampfen. Die Dichte war bei 820° C 2.878; bei 914° C 2.785; bei 1006° C 2.690. Im allgemeinen bei t^0 C: $d_4^0 = 2.873 - 0.000967(t - 825) - 0.000000247(t - 825)^2$

Der Temperaturkoeffizient von μ nimmt offenbar mit steigender Temperatur allmählich ab; zwischen 802° und 847° C ist er etwa 1.13 Erg; zwischen 847° und 887° C 0.97 Erg; zwischen 887° und 1037° C 0.56 Erg pro Grad, und dann selbst etwa 0.40 Erg pro Grad Celsius.

Rubidiumchlorid: RbCl.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
750	2.732	3642	95.7	2.088	1433.4
769.7	2.689	3585	94.2	2.072	1417.2
828.2	2.540	3386	89.0	2.024	1360.1
880	2.410	3213	84.5	1.981	1310.0
922.7	2.313	3084	81.1	1.946	1272.3
933	2.278	3037	79.9	1.937	1257.3
961.5	2.205	2940	77.3	1.914	1226.1
994	2.130	2840	74.7	1.887	1196.2
1036.6	2.030	2706	71.3	1.852	1156.0
1088.5	1.900	2533	66.7	1.809	1098.5
1150	1.749	2332	61.4	1.759	1034.5

Molekulargewicht: 120.91.

Radius der Kapillare: 0.05223 cm bei 19° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 726° C; bei 950° C fängt es schon merklich an zu sublimieren. Bei 734° ist die Dichte 2.101; bei 786° C 2.059; bei 822° C 2.029. Bei t° C: $d_{40} = 2.129 - 0.000823(t - 700)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant und im Mittel 1.02 Erg pro Grad.

Rubidiumbromid: RbBr.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
729.2	2.504	3338	87.7	2.656	1377.7
779	2.401	3201	84.1	2.601	1339.7
831	2.301	3068	80.7	2.542	1305.3
884.3	2.200	2933	77.2	2.486	1267.4
943.5	2.084	2778	73.1	2.421	1221.5
985.7	2.000	2666	70.2	2.375	1188.2
1041	1.900	2533	66.7	2.318	1147.3
1121	1.724	2298	60.6	2.226	1071.0

Molekulargewicht: 165.37.

Radius der Kapillare: 0.05223 cm bei 19° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 683° C; schon bei 940° C sublimiert es merklich, während der Geruch des Broms beobachtet wird und auch Bromwasserstoffsäure frei wird.

Die Dichte bei 697° C war 2.691; bei 715° C 2.672; bei 744° C 2.640; bei 780° C 2.600. Bei t° C: $d_{40} = 2.688 - 0.001096(t - 700)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant und beträgt im Mittel etwa 0.77 Erg pro Grad Celsius.

Rubidiumjodid: RbJ.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
673.4	2.268	3024	79.4	2.827	1413.7
721.8	2.165	2886	75.8	2.774	1366.7
771.5	2.061	2748	72.2	2.719	1319.3
822	1.956	2607	68.5	2.663	1269.1
869	1.857	2476	65.1	2.611	1222.1
918	1.758	2344	61.6	2.557	1172.6
968	1.663	2217	58.3	2.501	1126.3
1016	1.578	2104	55.4	2.448	1085.7

Molekulargewicht: 212.37.

Radius der Kapillare: 0.05223 cm bei 19° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 642° C. Bei 900° C verflüchtigt sich das Salz schon merklich, bei 1000° C so schnell, daß die Messungen dadurch in hohem Grade erschwert wurden; die Werte von μ scheinen durch die schweren Dämpfe etwas größer zu sein, als es in Wirklichkeit der Fall ist. Bei 700° C war die Dichte 2.798; bei 750.5° C 2.742; bei 800.3° C 2.687. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 2.798 - 0.001107(t - 700)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant und etwa 0.95 Erg pro Grad Celsius.

Rubidiumsulfat: Rb₂SO₄.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
1086	3.760	5013	132.5	2.538	2953
1112	3.681	4907	129.7	2.521	2903
1144.7	3.611	4814	127.3	2.499	2866
1195	3.520	4693	124.2	2.466	2821
1234.5	3.452	4602	121.8	2.440	2786
1289	3.368	4490	118.9	2.403	2748
1343.8	3.286	4381	116.0	2.367	2708
1396.8	3.223	4297	113.8	2.331	2684
1414.6	3.200	4267	113.1	2.319	2676
1482	3.138	4183	110.9	2.275	2658
1545	3.079	4105	108.9	2.233	2643

Molekulargewicht: 266.97.

Radius der Kapillare: 0.0524 cm bei 18° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 1074° C. Erst bei ca. 1400° C fängt eine etwas schnellere Verdampfung an; die Substanz sublimiert an den kälteren Teilen der Apparatur. Die Dichte bei 1101° C war 2.528; bei 1204° C 2.458; bei 1307° C 2.391. Bei t° C im allgemeinen $d_{40} = 2.562 - 0.000665(t - 1050)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ nimmt mit steigender Temperatur stark ab: von dem fast normalen Wert von 1.92 Erg zwischen 1086° und 1112° C bis zu 1.12 Erg zwischen 1112° und 1145° C; 0.93 Erg zwischen 1145° und 1234° C; 0.72 Erg zwischen 1234° und 1344° C; 0.45 Erg zwischen 1344° und 1415° C; und endlich 0.27 Erg zwischen 1415° und 1545° C.

Rubidiumnitrat: RbNO_3 .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
326.5	3.215	4286	107.5	2.467	1643.4
376	3.110	4146	104.0	2.419	1610.8
428	2.982	3976	99.8	2.368	1567.9
480	2.871	3828	96.1	2.318	1531.4
527	2.763	3684	92.5	2.272	1493.9
578	2.653	3537	88.9	2.222	1457.2
625	2.556	3408	85.6	2.177	1422.4
676.2	2.429	3238	81.4	2.127	1373.4
726.2	2.316	3088	77.7	2.078	1331.8

Molekulargewicht: 147.46.

Radius der Kapillare: 0.05002 cm bei 18° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 306° C. Schon bei 650° C fängt es allmählich an, Sauerstoff und nitröse Dämpfe zu entwickeln. Bei 348° war die Dichte 2.446; bei 445° C 2.350; bei 555° C 2.245. Bei t° C: $d_{40} = 2.492 - 0.000972(t - 300)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ beträgt im Mittel etwa 0.78 Erg pro Grad.

Cäsiumfluorid: CsF .

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
722.5	3.116	4154	104.5	3.583	1270.0
768.7	3.011	4014	101.0	3.526	1240.7
825.6	2.872	3829	96.4	3.456	1200.1
877.3	2.748	3664	92.3	3.392	1163.5
929.7	2.624	3498	88.1	3.327	1125.0
985	2.510	3346	84.3	3.259	1091.4
1042	2.418	3224	81.3	3.189	1067.9
1100	2.346	3128	78.9	3.117	1052.3

Molekulargewicht: 151.81.

Radius der Kapillare: 0.05002 cm bei 18° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 680° C. Es fängt bei 990° C merklich an zu dampfen. Die Dichte bei 720° C ist 3.586; bei 771° C 3.522; bei 824° C 3.457. Bei t° C: $d_{40} = 3.611 - 0.001234(t - 700)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist anfänglich ziemlich konstant und gleich 0.72 Erg pro Grad; über 929° C aber fällt er allmählich ab bis etwa 0.36 Erg pro Grad.

Cäsiumchlorid: CsCl.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
663.7	2.660	3546	89.2	2.772	1378.0
717	2.560	3413	85.9	2.714	1345.6
771	2.440	3253	81.9	2.655	1301.9
829.6	2.315	3086	77.7	2.592	1255.1
881	2.193	2924	73.7	2.537	1207.6
934.2	2.075	2766	69.7	2.479	1159.9
979	1.975	2633	66.4	2.421	1122.5
1034.7	1.833	2444	61.6	2.370	1056.2
1080	1.673	2230	56.3	2.332	975.8

Molekulargewicht: 168.27.

Radius der Kapillare: 0.05002 cm bei 18° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 646° C. Bei 925° C fängt es an zu sublimieren; bei 1000° C ist die Verdampfung schon sehr schnell. Die Dichte bei 660.5° C war 2.775; bei 701.5° C 2.731; bei 741° C 2.688. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 2.786 - 0.00108(t - 650)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist von 664° bis 979° ziemlich konstant: etwa 0.80 Erg pro Grad; nachher steigt er stark an: 1.17 Erg zwischen 979° und 1035° C und 1.7 Erg bis 1080° C. Offenbar beeinträchtigt die starke Verdampfung über 1000° C die Genauigkeit der Messungen sehr merkbar.

Cäsiumbromid: CsBr.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
657.7	2.439	3252	81.8	3.116	1366.4
693.6	2.351	3134	78.9	3.066	1333.4
752.5	2.231	2974	74.9	2.990	1286.0
807.5	2.132	2842	71.6	2.915	1250.4
858.3	2.040	2720	68.5	2.846	1215.5
915.8	1.950	2600	65.5	2.769	1183.7
970.6	1.865	2486	62.7	2.695	1153.7

Molekulargewicht: 212.78.

Radius der Kapillare: 0.05002 cm bei 18° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 636° C. Die Verdampfung des Salzes ist schon bei 900° C so beträchtlich, daß dadurch die Messungen sehr erschwert werden. Bei 662° C war die Dichte 3.109; bei 702° C 3.054; bei 742.5° C 3.001. Bei t° C: $d_{40} = 3.125 - 0.00134(t - 650)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ sinkt mit steigender Temperatur langsam: zwischen 658° und 694° C ist er 0.90 Erg; zwischen 694° und 752° C 0.80 Erg; zwischen 752 und 858° C 0.67 Erg; und zwischen 858° und 971° C 0.56 Erg pro Grad Celsius.

Cäsiumjodid: CsJ.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
653.6	2.178	2904	73.1	3.158	1382.5
713	2.050	2733	68.8	3.086	1321.3
768.2	1.955	2606	65.7	3.018	1280.7
821.4	1.860	2480	62.5	2.953	1236.1
879	1.762	2349	59.2	2.883	1187.0
926	1.684	2245	56.6	2.826	1152.7
980	1.600	2134	53.8	2.760	1113.0
1030	1.520	2026	51.1	2.699	1073.0

Molekulargewicht: 259.73.

Radius der Kapillare: 0.05002 cm bei 18° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 621° C. Bei 825° C fängt es an zu sublimieren. Die Dichte bei 639° C war: 3.176; bei 670° C 3.138; bei 700.7° C 3.101. Bei t° C im allgemeinen: $d_{40} = 3.175 - 0.001222(t - 640)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist ziemlich konstant, und gleich 0.82 Erg pro Grad im Mittel.

Cäsiumsulfat: Cs₂SO₄.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_{40}	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
1036	3.170	4226	111.3	3.037	2694
1063	3.080	4106	108.2	3.018	2630
1105	2.988	3984	105.0	2.988	2570
1165	2.869	3825	100.8	2.937	2495
1221	2.764	3685	97.3	2.889	2435
1274.5	2.691	3588	94.7	2.841	2397
1331.4	2.607	3476	91.7	2.787	2351
1372	2.552	3402	89.8	2.743	2326
1423	2.482	3309	87.4	2.690	2294
1470	2.427	3236	85.5	2.636	2275
1530	2.354	3138	83.0	2.566	2248

Molekulargewicht: 361.69.

Radius der Kapillare: 0.05223 cm bei 18° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 1019° C. Bei 1325° C fängt es schon an merklich zu verdampfen; bei 1440° C sehr rasch, und bei noch höheren Temperaturen in gerade störender Weise. Die Dichte bei 1040° C ist 3.034; bei 1128° C 2.968; bei 1220° C 2.890. Bei t° C: $d_{40} = 3.034 - 0.000711(t - 1040) - 0.00000494(t - 1040)^2$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist stark abnehmend mit steigender Temperatur: zwischen 1036° und 1105° C 1.91 Erg; zwischen 1105° und 1221° C 1.16 Erg; zwischen 1221° und 1423° C 0.70 Erg; und zwischen 1423° und 1530° C 0.48 Erg pro Grad.

Cäsiumnitrat: CsNO₃.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_4^0	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
425.5	2.743	3657	91.8	2.796	1554.4
459.7	2.636	3514	88.2	2.758	1507.2
511	2.500	3333	83.7	2.700	1450.7
576.5	2.366	3154	79.2	2.627	1398.0
602	2.277	3036	76.3	2.599	1356.4
686.4	2.162	2882	72.5	2.505	1321.0

Molekulargewicht: 194.82.

Radius der Kapillare: 0.05002 cm bei 18° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 414° C; wie in der Löslichkeit, ist deshalb in der Lage der Schmelzpunkte der K-, Rb- und Cs-Nitrate eine auffallende Unregelmäßigkeit festzustellen. Die Dichte war bei 445° C 2.774; bei 481° C 2.733 bei 529° C 2.680; bei 575° C 2.629. Im allgemeinen bei t° C: $d_4^0 = 2.824 - 0.001114(t - 400)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist anfänglich, bis etwa 600° C, ungefähr 1.18 Erg pro Grad; später fällt er auf etwa 0.42 Erg zwischen 600° und 690° C.

Thallonitrat: TlNO₃.

Temp. in ° C	Maximaldruck H		Oberflächen- spannung χ in Erg pro qcm	Spezif. Gewicht d_4^0	Molekulare Oberflächen- energie μ in Erg pro qcm
	in Millimeter Quecksilber von 0° C	in Dynen			
210	4.071	5428	117.3	4.899	1681.9
245	3.996	5328	115.2	4.838	1665.7
263.5	3.946	5261	113.8	4.806	1652.8
285	3.884	5178	112.0	4.768	1635.2
312	3.806	5075	109.8	4.721	1613.8
339	3.723	4963	107.4	4.674	1589.0
364	3.645	4860	105.2	4.630	1566.4
389	3.562	4754	102.8	4.586	1540.4
430	3.445	4592	99.5	4.515	1506.5

Molekulargewicht: 266.01.

Radius der Kapillare: 0.04315 cm bei 15° C.

Eintauchtiefe: 0.1 mm.

Das Salz schmilzt bei 206° C zu einer wasserklaren Flüssigkeit. Die Dichte bei 214° C war 4.892; bei 254° C 4.824; bei 290° C 4.744. Bei t° C: $d_4^0 = 4.917 - 0.00175(t - 200)$.

Der Temperaturkoeffizient von μ ist im Mittel etwa 0.81 Erg pro Grad.

§ 37. Anorganische Verbindungen; Beziehungen.

a) Die Halogenide von S, P, As, Sb und Bi (Figg. 37 und 38). — Wenn man die bei diesen Halogeniden erhaltenen Resultate miteinander vergleicht, dann ist ersichtlich, daß die Werte von $\frac{d\mu}{dt}$, — obgleich im allgemeinen kleiner als 2.24 Erg pro Grad, — in allen Fällen beträchtlich größer sind, als wir sie bei den Halogeniden der Metalle finden. Diese Werte zeigen zweifelsohne ein Verhalten, welches dem der organischen Flüssigkeiten bestimmt näher steht als dem Verhalten der geschmolzenen Metallsalze. Es ist hier sicherlich der Einfluß der im Vergleich mit den Metallhalogeniden viel niedrigeren Schmelz- und Siedetemperaturen bemerkbar.

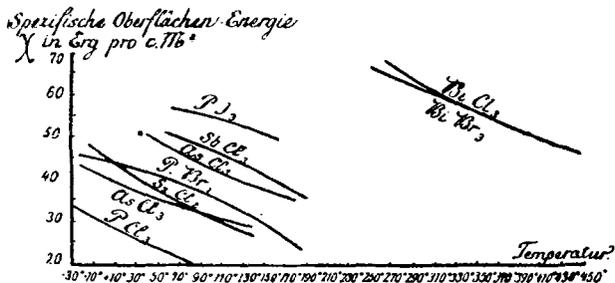


Fig. 37.

In bezug auf die gegenseitige Lage der χ -t-Kurven (Fig. 37) erscheint diese zwar wie bei den Alkalihalogeniden ganz regelmäßig, aber gerade in entgegengesetzter Reihenfolge wie bei den Metallsalzen.

Denn es ergibt sich hier, daß die Werte von χ bei denselben Temperaturen erhöht sind, mit Vergrößerung des Atomgewichtes des mit dem Halogen verbundenen Elementes. Dies wird sofort deutlich beim Vergleich der χ -t-Kurven für PCl_3 , $AsCl_3$, $SbCl_3$ und $BiCl_3$ einerseits und von PBr_3 , $AsBr_3$ und $BiBr_3$ andererseits. Es ist nun aber merkwürdig, daß für die Halogene dasselbe gilt; denn beim Vergleich der χ -t-Kurven von PCl_3 , PBr_3 und PJ_3 , oder von $AsCl_3$ und $AsBr_3$, oder von $BiCl_3$ und $BiBr_3$ usw., ist sofort zu ersehen, daß die Werte von χ bei denselben Temperaturen desto größer sind, je mehr das Atomgewicht des bezüglichen Halogens zunimmt.

Dieses Verhalten ist daher gleichfalls gerade umgekehrt, als es bei den Metallhalogeniden gefunden wird. Die Ursache dieses radikalen Gegensatzes zwischen den beiden Gruppen von Verbindungen kann unseres Erachtens nur gesucht werden in dem viel schwächeren elektrochemischen Unterschied, welchen die metalloidischen Elemente P, As, Sb (oder eigentlich die Halbmetalloidischen, wie As und Sb) gegenüber den Halogenen zeigen, im Vergleich mit dem stark ausgesprochenen Gegensatz zwischen Alkalimetallen und Halogenen. Unzweifelhaft stehen damit auch die besonderen elektrolytischen Dissoziationsverhältnisse der geschmolzenen Metallsalze in Zusammenhang, im Vergleich mit dem inneren Zustande der hier betrachteten Halogenverbindungen. Bei dem Einfluß der Substitution auf die Werte von χ und μ haben wir

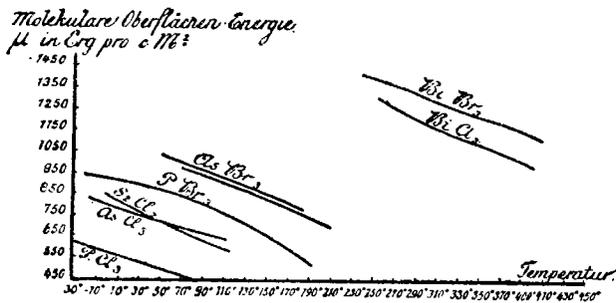


Fig. 38.

tatsächlich in dem elektrochemischen Gegensatz zwischen Substituent und substituiertem Atom ein Moment von ausschlaggebender Bedeutung für die Erhöhung der Oberflächenenergie kennen gelernt, wenn es auch jetzt noch nicht ganz deutlich ist, in welcher Beziehung diese elektrische und kapillare Wirkungen zueinander stehen.

Bei den Wismutsalzen, welche den echten Metallsalzen schon sehr viel näher stehen, ist der Einfluß des Halogens denn auch sofort wieder umgekehrt; denn die χ - t -Kurve für $BiBr_3$ ist, obgleich sie zu einem relativ beträchtlichen Teil mit jener für $BiCl_3$ zusammenfällt, jedoch unterhalb der letzteren gelegen. Die Erhöhung von χ oder μ mit steigendem Atomgewichte des Halogens wurde gerade bei den organischen, nicht dissoziierten Verbindungen ganz allgemein begegnet. Auch für die μ - t -Kurven (Fig. 38) gilt hier dasselbe wie für die χ - t -Kurven; die μ - t -Kurve für

BiCl_3 liegt hier sicherlich gänzlich unter jener für BiBr_3 , während die für AsBr_3 und SbCl_3 fast koinzidieren. Die Reihenfolge der μ - t -Kurven ist hier dieselbe wie die der χ - t -Kurven, eine Tatsache, welche auch entgegengesetzt ist zu dem, was bei den Alkalihalogeniden gefunden wird.

b) Metallsalze. — Die Untersuchungen an den Halogeniden der Alkalimetalle lehren, daß eine ausgesprochene Regelmäßigkeit in der gegenseitigen Lage der Kurven vorhanden ist, wenn

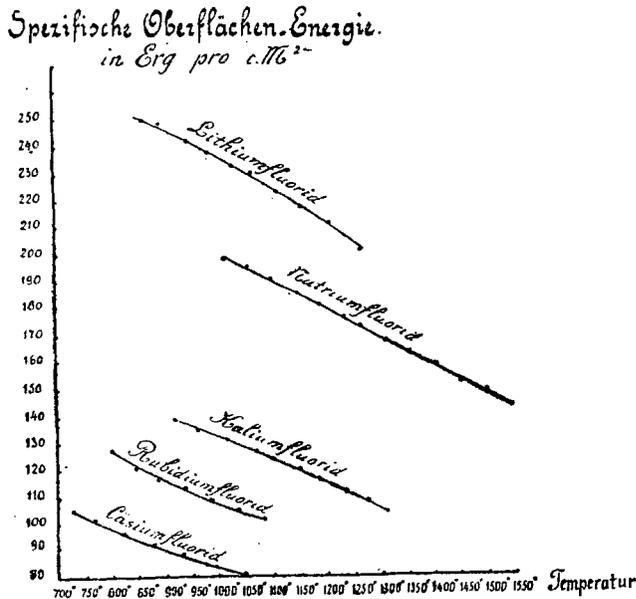


Fig. 39.

man die spezifische Oberflächenenergie χ als Funktion der Temperatur darstellt. In den Figg. 39 bis 42 sind die bezüglichen χ - t -Kurven für die Fluoride, Chloride, Bromide bzw. Jodide wiedergegeben. Daraus ist zu ersehen, daß bei denselben Temperaturen die χ -Werte desto größer sind, je höher das Atomgewicht des mit demselben Halogenatom verbundenen Metalles ist; so liegen überall die Kurven für die Lithiumsalze oberhalb jener der Natriumsalze, die Kurven der letzteren oberhalb jener der Kaliumsalze usw. Die Kurven sind, obgleich nicht gerade Linien, jedoch im allgemeinen nur schwach gekrümmt; wenn bei höheren Temperaturen eine teilweise Dissoziation der Salze oder eine Zer-

setzung unter Mitwirkung der Luftfeuchtigkeit eintritt, biegen sich die Kurven konvex nach oben, also schneller zur t -Achse hin.

In sehr vielen Fällen konnte die Abhängigkeit von t und χ tatsächlich durch eine lineare Beziehung mit zwei Konstanten wieder-

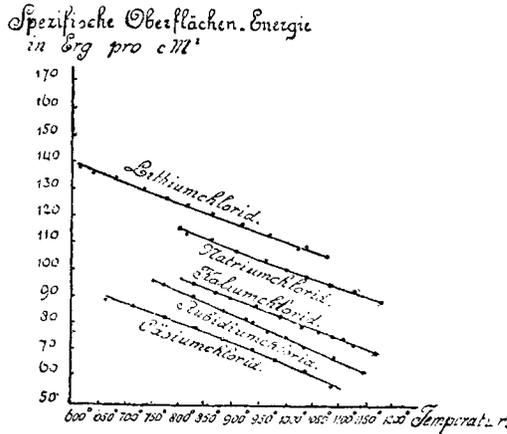


Fig. 40.

gegeben werden; in den wenigen übrigen Fällen war eine quadratische Beziehung mit drei Konstanten immer genügend zur vollständigen Wiedergabe dieser Abhängigkeit.

Wenn t_s die Schmelztemperatur des Salzes in Grad C ist, dann

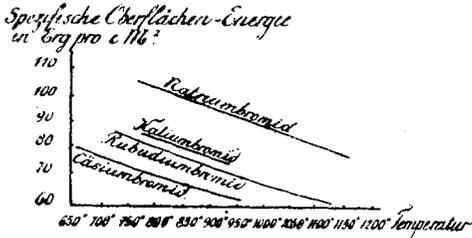


Fig. 41.

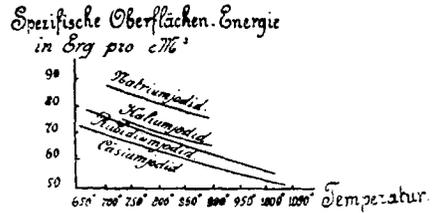


Fig. 42.

ist χ_t für eine Temperatur t oberhalb des Schmelzpunktes gegeben, berechenbar aus einer Formel

$$\chi_t = a - b(t - t_s) + c(t - t_s)^2,$$

worin a offenbar den Wert von χ bei der Schmelztemperatur des Salzes darstellt.

Für die untersuchten Halogenide sind die Werte für t_s , a , b und c berechnet zu:

Formel des Salzes	t_s in ° C	a	b	c
LiF	840	255.2	0.126	0
LiCl	608	140.2	0.076	0
NaF	990	201.6	0.106	0
NaCl	801	114.1	0.071	0
NaBr	768	106.5	0.069	0
NaJ	660	88.2	0.053	0
KF	858	143.2	0.087	0
KCl	780	97.4	0.072	0
KBr	734	88.8	0.070	0
KJ	681	78.3	0.064	0
RbF	765	132.0	0.131	0.00012
RbCl	720	98.3	0.086	0
RbBr	685	90.7	0.069	0
RbJ	642	80.3	0.065	0
CsF	692	107.1	0.088	0.00004
CsCl	646	91.3	0.077	0
CsBr	631	83.6	0.063	0
CsJ	620	91.6	0.056	0

In bezug auf die Werte dieser Temperaturkoeffizienten kann noch bemerkt werden, daß der Temperaturkoeffizient b der spezifischen Oberflächenenergie bei den vier Halogeniden desselben Alkalimetalles mit steigendem Atomgewicht des Halogens graduell kleiner wird.

Was die absoluten Werte von χ_t bei diesen Salzen anbetrifft, so gilt ganz allgemein:

1. Daß bei derselben Temperatur t für dasselbe Halogenid der vier Alkalimetalle die Werte von χ graduell abnehmen mit steigendem Atomgewicht des Metalles.

2. Daß bei derselben Temperatur t für die vier Halogenide desselben Alkalimetalles die Werte von χ graduell abnehmen mit steigendem Atomgewicht des Halogens.

Es sind diese Beziehungen aber nicht von einfachem additiven Charakter. Im allgemeinen stehen die Li-Salze weiter von jenen der drei anderen Alkalimetalle ab als diese untereinander, und die Salze des K und Rb sind wohl meist einander am nächsten analog.

§ 38. Es ist schon aus diesen Tatsachen hier sofort der radikale Unterschied mit dem gegenseitigen Verhalten der Halogenide der Elemente P, As und Sb ersichtlich. Ein zweiter, nicht weniger in die Augen springender Umstand hierbei ist, daß bei den außer-

ordentlich hohen Werten für χ und μ für die Metallsalze, — ungeachtet der hohen Beobachtungstemperaturen, — die Werte für $\frac{d\mu}{dt}$ so enorm klein sind. Dieselben schwanken zwischen 0.3 bis 1 Erg pro Grad, und sind demnach sieben- bis dreimal kleiner, als es bei normalen organischen Flüssigkeiten der Fall ist! Im allgemeinen scheinen bei homologen Salzen die Werte von $\frac{d\mu}{dt}$ mit steigendem Atomgewicht des Metalles eine Tendenz zum Anwachsen zu zeigen.

Der außerordentlich kleine Wert von $\frac{d\mu}{dt}$ bei geschmolzenen Salzen¹ ist auch früher gelegentlich beobachtet und von den Autoren dahin gedeutet worden, daß die geschmolzenen Salze sehr stark assoziiert sein würden.

Vom Standpunkte der Eörvösschen Theorie mag dieser Schluß naheliegend erscheinen; aber nach unserer Meinung muß es sehr zweifelhaft sein, ob man überhaupt bei diesen Salzen das Recht hat, analoge Betrachtungen wie bei den organischen Substanzen anzustellen. Denn alle Schlüsse, welche sich auf die Eörvösschen Betrachtungen stützen, postulieren implizit von vornherein die Gültigkeit des Gesetzes der korrespondierenden Zustände. Es ist aber in hohem Grade unwahrscheinlich, daß dieses Gesetz noch eine reelle Bedeutung haben kann für Elektrolyte, wie es die geschmolzenen Salze sind. Und sobald man das Gesetz der korrespondierenden Zustände für elektrolytisch gespaltene Moleküle nicht annimmt, so werden damit zugleich auch alle Argumente hinfällig, welche dazu dienen könnten, zu beweisen, daß in den geringen Werten von $\frac{d\mu}{dt}$ bei diesen geschmolzenen Salzen eine Anzeige liegen würde für die Assoziation dieser Schmelzen.

Es kann hierbei noch auf einen zweiten Umstand hingewiesen werden. Im Gegensatze zu der oben erwähnten Regelmäßigkeit in der gegenseitigen Lage der χ - t -Kurven der Alkalihalogenide zeigt sich, daß diese Regelmäßigkeit gar nicht mehr besteht, wenn man statt der χ - t -Kurven die μ - t -Kurven betrachtet.

So liegt z. B. die μ - t -Kurve für NaF beträchtlich höher als für LiF; bei den Chloriden liegt die Kurve für das Rb-Salz viel höher als die für das Na-Salz, diese wieder höher als für das K-Salz, während die Kurve für letzteres höher liegt als für

¹ BOTTOMLEY, *Journ. Chem. Soc.* 83 (1903), 1424; u. A.

das LiCl. Ebenso ist bei den Bromiden die Reihenfolge in absteigendem Sinne: Rb, Na und K, Cs, welche beide letzteren Kurven fast koinzidieren; für die Jodide ist diese Reihenfolge: Rb, Cs, K, Na. Und andererseits liegt bei den Li-Salzen die μ -t-Kurve für das Fluorid zwar sehr viel höher als für das Chlorid; aber bei den Na-Salzen ist die Reihenfolge in absteigendem Sinne: F, Br, Cl, J; bei den K-Salzen: F, Cl, Br, J; bei den Rb-Salzen: Cl, F, Br, J und bei den Cs-Salzen Cl, Br, J, F. Offenbar ist hierbei von einer „Regelmäßigkeit“ nach keiner Seite hin mehr die Rede.

Spezifische Oberflächen-Energie.
in Erg. pro cm^2

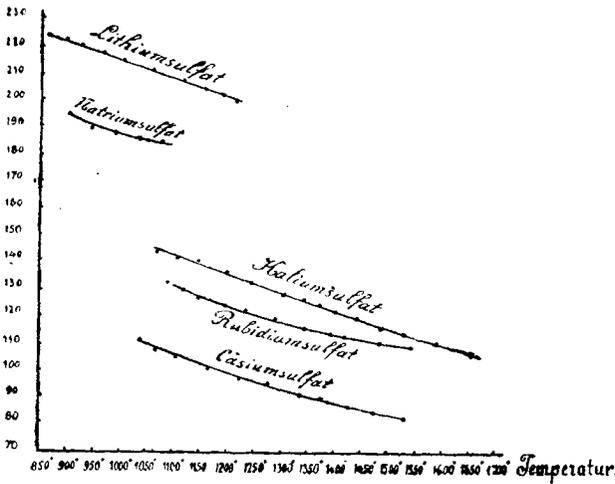


Fig. 43.

Wenn man bedenkt, daß $\mu = \chi \cdot V^{2/3}$ ist, so liegt es nahe, die Ursache von dieser auffallenden Erscheinung darin zu erblicken, daß es keinen Sinn mehr hat, die Größe μ in dieser Weise zu definieren, und zwar weil es bei diesen dissoziierten Salzen nicht mehr angeht, für $V = \frac{M}{d}$ einfach das aus der chemischen Formel folgende Molekulgewicht einzusetzen. Die Bedeutung davon wird klar, wenn man der Annahme huldigt, daß der elektrolytische Dissoziationsgrad α bei diesen Salzen bei derselben Temperatur ein verschiedener ist. Es würde dies eine indirekte Anweisung sein für die Lösung der noch immer offenen Frage, ob bei geschmolzenen Salzen eine totale oder eine partielle Spaltung in Ionen angenommen werden muß,

und zwar im Sinne einer partiellen Spaltung, also $\alpha < 1$. Der Frage, inwieweit dieser Schluß gerechtfertigt ist, hoffen wir bald durch andere Untersuchungen in diesem Laboratorium an der Hand der Erfahrung näher treten zu können.

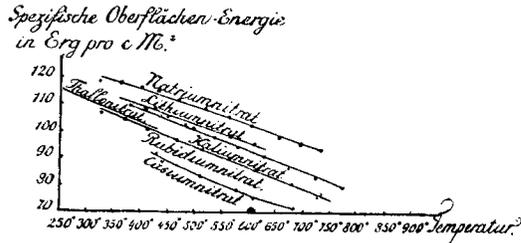


Fig. 44.

§ 39. In bezug auf die übrigen hier untersuchten Metallsalze läßt sich sagen, daß zwar analoge, aber keineswegs so einfache Verhältnisse vorliegen wie bei den Halogeniden. Auch bei den Sul-

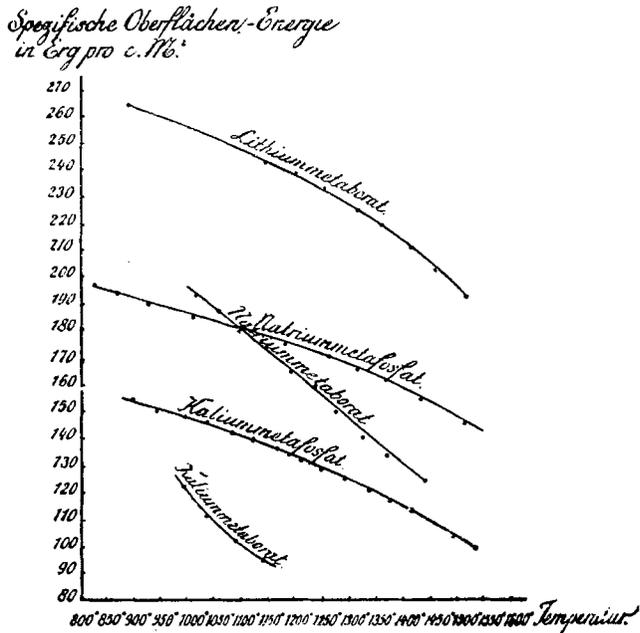


Fig. 45.

faten (Fig. 43), Molybdaten, Wolframaten (Fig. 46) und bei den Metaphosphaten und den Metaboraten (Fig. 45) läßt sich die Regel, daß mit steigendem Atomgewicht der Metalle die

χ -Werte bei denselben Temperaturen kleiner werden, noch bestätigen. Bei den Nitraten (Fig. 44) aber scheint dieses nur für die Na-, K-, Rb- und Cs-Salze der Fall zu sein, während die Kurve

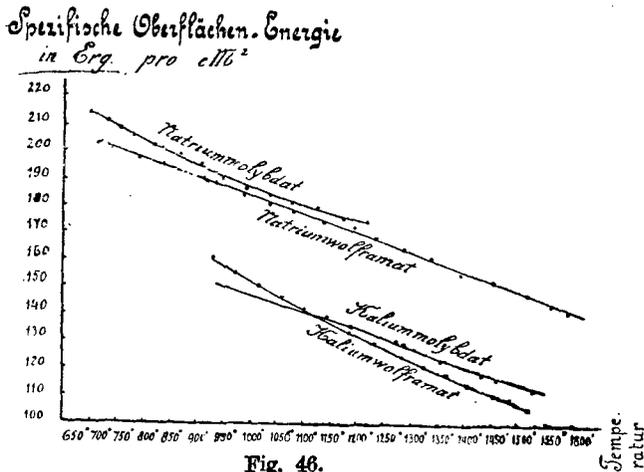


Fig. 46.

für die Li-Salze eine abnorme Lage zwischen jener der Na- und K-Salze einnimmt, und die Kurve für Thallonitrat zwischen jene für K- und Rb-Nitrat fällt.¹

Formel des Salzes	t_s in ° C	a	b	c	Bemerkungen
Li_2SO_4	852	224.4	0.067	0	
Na_2SO_4	884	196.3	0.140	0.00042	
K_2SO_4	1074	144.5	0.066	0	
Rb_2SO_4	1055	135.0	0.087	0.00007	
Cs_2SO_4	1015	113.1	0.087	0.00006	
$LiNO_3$	254	118.4	0.063	0	
$NaNO_3$	312	120.7	0.063	0	
KNO_3	339	112.9	0.075	0	
$RbNO_3$	304	109.4	0.075	0	
$CsNO_3$	414	92.0	0.084	0	
$LiBO_2$	845	264.8	0.082	0	Zersetzt sich oberhalb 1320° C
$NaBO_2$	965	201.6	0.159	0	
KBO_2	946	136.6	0.310	0.00053	
Na_2MoO_4	687	215.1	0.121	0.00009	
K_2MoO_4	919	152.5	0.066	0	
Na_2WO_4	694	204.4	0.068	0	
K_2WO_4	921	158.2	0.083	0	
$NaPO_3$	620	209.5	0.059	0	
KPO_3	820	161.2	0.069	0	Bis zu 1275° C

¹ Die Nitrate der Alkalimetalle zeigen bekanntlich auch solche Unregelmäßigkeiten in anderen Hinsichten, wie z. B. in den Dichten, in den Schmelzpunkten, und in den Löslichkeiten.

Auch in der Größe der Temperaturkoeffizienten b und c herrscht offenbar keine Regelmäßigkeit, wie vorstehende Tabelle lehren kann.

Bei diesen sauerstoffhaltigen Salzen, deren Valenzzahl viel größer ist als bei den Halogeniden, sind die Flüssigkeitsphasen offenbar viel verwickeltere Systeme.

Eine Übersicht der Werte von $\frac{d\mu}{dt}$ bei allen untersuchten Salzen ist am Ende hier noch in folgender Tabelle gegeben:

Metalle	Fluorid	Chlorid	Bromid	Jodid	Sulfat
Lithium	0.40—0.58	0.47	—	—	0.50
Natrium	0.52	0.48	0.53	0.29—0.63	0.30
Kalium	0.33—0.83	0.68	0.76	1.58—0.41	0.90
Rubidium	1.0—0.40	1.02	0.77	0.95	1.98—0.27
Cäsium	0.72—0.36	0.80—1.7	0.90—0.57	0.82	1.91—0.43
Thallium	—	—	—	—	—
Zinn . .	—	1.0	—	—	—
	Nitrat	Molybdat	Wolfram	Metaphosphat	
Lithium	0.45	—	—	—	
Natrium	0.24—0.45	1.2—0.56	0.64—0.98	0.43—1.1	
Kalium	0.83	0.79	—	0.91—1.28	
Rubidium	0.78	—	—	—	
Cäsium	1.18—0.42	—	—	—	
Thallium	0.81	—	—	—	
Zinn . .	—	—	—	—	

Es ist daraus ohne weiteres ersichtlich, daß auch für die übrigen Metallsalze in der Tat die Temperaturkoeffizienten der molekularen Oberflächenenergie, im Vergleich mit den Werten bei normalen Flüssigkeiten, abnorm klein sind.

§ 40. Schon vor mehreren Jahren hat Herr P. WALDEN¹ in einigen sehr interessanten Aufsätzen auf die merkwürdigen empirischen Beziehungen hingewiesen, welche zwischen den kapillaren Konstanten von nicht assoziierten Flüssigkeiten bei deren Siede- und Schmelztemperaturen und zwischen diesen Temperaturen selbst in absoluter Zählung zu bestehen scheinen.

Ausgehend vom empirischen Satze, daß der Quotient der Verdampfungswärme und der spezifischen Kohäsion beim Siedepunkt $\frac{Q}{a_k^2}$ bei den nicht assoziierten Flüssigkeiten einen schwankenden Mittelwert von ca. 17.9 besitzt, erhielt er durch Kombination dieser

¹ P. WALDEN, *Zeitschr. f. phys. Chem.* 65 (1909), 257; *Zeitschr. f. Elektrochem.* 14 (1908), 713.

Beziehung mit der sogenannten „Regel von TROUTON“ — nach der bei normalen Flüssigkeiten der Quotient der molekularen Verdampfungswärme und der absoluten Siedetemperatur $\frac{Q}{T_k}$ konstant und ca. 20.7 sein sollte — die Beziehung

$$\frac{Ma_k^2}{T_k} \sim 1.156.$$

Durch eine analoge Schlußfolgerung fand er auch für Substanzen bei deren Schmelzpunkt eine derartige Beziehung; der Mittelwert, um welcher der Quotient hier oszilliert, würde ca. 3.65 betragen für nicht assoziierte Schmelzen, und für assoziierte Flüssigkeiten würden beide Mittelwerte beträchtlich kleiner sein. Die beiden nur annäherungsweise gültigen Regeln ließen sich zusammenfassen wie folgt:

Bei den Schmelz- und Siedepunkten der Stoffe sind die Quotienten von molekularer Kohäsion und absoluten Schmelz- bzw. Siedetemperaturen für nicht assoziierte Flüssigkeiten fast konstant.

Durch WALDEN sind diese Beziehungen an einer Zahl aus der Literatur zusammengesuchten Beispielen verschiedener Herkunft kontrolliert und bestätigt worden, wenigstens annähernd; bei den anorganischen Salzen aber war nach den Literaturangaben (loc. cit. S. 723) dabei von einem bestimmten Mittelwert nicht die Rede.

Es schien geboten, diese Beziehungen an dem von uns hier gesammelten Material nochmals zu kontrollieren.¹ Wir haben daher die experimentellen Daten der Übersichtlichkeit wegen in vier Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe umfaßt alle Substanzen, bei denen die genannte Beziehung, wenigstens insoweit sie den Siedepunkt betrifft, annähernde Gültigkeit zu besitzen scheint. Sie umfaßt ca. 120 Substanzen. Die zweite Gruppe enthält die Flüssigkeiten, bei welchen K_k beträchtlich kleiner ist (16 Substanzen); die dritte solche, bei denen der Mittelwert viel größer ist als 1.15. In der vierten Gruppe sind endlich ca. 50 anorganische Verbindungen und Metallsalze zusammengestellt.

¹ Es ist dabei die Kohäsion a^2 berechnet aus $a^2 = \frac{2\chi}{g \cdot d}$, worin alle Größen sich auf den Siedepunkt oder auf den Schmelzpunkt beziehen.

Erste Gruppe.

Name der Verbindung.	Absolute-Schmelztemperatur	Spezifische Kohäsion q^2 beim Schmelzpunkt	K_m	Absolute Siedetemperatur ($p = 1$ Atm.)	Spezifische Kohäsion a^2 beim Siedepunkt	K_k
Chloroform	213	4.79	2.69	334.2	3.14	1.12
Tetrachlorkohlenstoff	253	3.77	2.05	349.4	2.72	1.20
Äthylenchlorid	238	6.04	2.51	359	3.99	1.08
Äthylidenchlorid	176.4	5.78	3.24	333.9	3.56	1.05
Äthyljodid	162.1	3.87	3.64	345.5	2.49	1.10
Acetylentetrachlorid	229	5.19	3.80	419.5	2.94	1.18
Acetylentetrabromid	270	3.47	4.44	—	—	—
Isobutylbromid	—	—	—	363.5	3.08	1.16
Schwefelkohlenstoff	161.4	7.00	3.30	319.8	4.54	1.08
Glyzerin	292	ca. 11	3.3	563	6.78	1.11
Diäthyläther	156.8	8.20	3.88	307.8	4.65	1.12
Trichloressigsäure	330.5	3.71	1.82	468	2.64	0.92
Äthylchloroformiat	—	—	—	364.5	3.88	1.15
Äthylacetat	189.6	7.58	3.52	350.1	4.26	1.07
Amylacetat	—	—	—	421.4	3.82	1.18
Methylisobutyrat	—	—	—	364.8	4.20	1.18
Äthylisobutyrat	—	—	—	383.2	3.75	1.14
Isobutylisobutyrat	—	—	—	420.2	3.37	1.16
Triformin	291	7.42	4.49	539	3.17	1.03
Äthylacetyloacetat	—	—	—	452.6	3.83	1.10
Äthylpropylacetyloacetat	—	—	—	496.6	3.30	1.14
Methylcyanoacetat	—	—	—	476	4.33	0.90
Äthylcyanoacetat	250.5	7.45	3.36	479	4.18	0.99
Propylcyanoacetat	234	7.57	4.11	489	3.96	1.03
Butylcyanoacetat	—	—	—	503.5	4.20	1.18
Isobutylcyanoacetat	247	6.82	3.90	496	3.69	1.05
Amylcyanoacetat	—	—	—	513.2	3.98	1.20
Diäthyloxalat	232.5	6.78	4.26	458	3.31	1.06
Diäthylmalonat	223	6.98	5.01	470.8	3.23	1.09
Dimethylsuccinat	291.2	6.29	3.16	468.3	3.31	1.02
Diäthyltartrat	288	6.50	4.67	553	3.14	1.16
Aceton	278.7	6.24	1.30	329	5.22	0.92
Acetylaceton	243	6.99	2.86	410.5	4.28	1.04
Methylpropylketon	189.5	7.88	3.58	375.3	4.45	1.02
Trimethylamin	—	—	—	270	5.21	1.14
Diäthylamin	234.1	6.44	2.01	329	4.74	1.05
Triäthylamin	158.3	8.20	5.24	362	4.00	1.12
norm. Propylamin	—	—	—	320.5	5.16	0.95
Dipropylamin	228	7.28	3.23	383.5	4.04	1.07
Isopropylamin	—	—	—	308	4.80	0.92
Allylamin	—	—	—	327	5.65	0.99
norm. Butylamin	227	7.27	2.34	351	4.80	1.00
Isobutylamin	—	—	—	341	5.00	1.07
Diisobutylamin	—	—	—	415	3.53	1.10
3 ^{ar} Butylamin	219	6.63	2.21	317	4.56	1.05
norm. Amylamin	235	6.90	2.56	377	4.58	1.06
Isoamylamin	—	—	—	370	4.55	1.07
Diisoamylamin	229	7.19	4.94	461	3.17	1.08
3 ^{ar} Amylamin	—	—	—	349.5	4.37	1.09
norm. Hexylamin	254	7.14	2.84	403	4.94	1.24

Name der Verbindung	Absolute Schmelztemperatur	Spezifische Kohäsion α^2 beim Schmelzpunkt	K_{sm}	Absolute Siedetemperatur ($p = 1$ Atm.)	Spezifische Kohäsion α^2 beim Siedepunkt	K_k
Isohexylamin	—	—	—	397	4.84	1.23
norm. Heptylamin	255	6.96	3.14	427	4.28	1.15
Capronitril	228	7.08	2.95	430	4.19	0.94
Benzol	278.4	7.04	1.97	353.5	5.22	1.15
Cyklohexan	281	7.37	2.21	353.7	4.74	1.18
Toluol	178.5	ca. 10	5.00	382.4	5.09	1.23
<i>p</i> -Xylol	288	7.14	2.63	409.2	4.67	1.21
Mesitylen	227	7.84	4.15	435.8	4.26	1.17
Pseudocumol	212.5	8.07	4.56	441.5	4.45	1.21
Triphenylmethan	365	7.26	4.85	—	—	—
Nitrobenzol	276	7.47	3.36	482	4.48	1.07
<i>o</i> -Dinitrobenzol	390	6.09	2.62	—	—	—
<i>m</i> -Dinitrobenzol	364	6.38	2.95	565	4.69	1.39
Azoxybenzol	309	7.22	4.63	—	—	—
<i>m</i> -Fluornitrobenzol	272	6.08	3.15	470.5	3.80	1.14
<i>p</i> -Fluornitrobenzol	299.5	5.87	2.76	477	3.50	1.08
Chlorbenzol	308	5.91	2.16	404	3.92	1.09
<i>m</i> -Dichlorbenzol	254	6.29	3.64	445.5	4.00	1.32
<i>p</i> -Dichlorbenzol	325	4.92	2.22	446.5	3.56	1.17
<i>o</i> -Chlornitrobenzol	306	6.22	3.20	514	3.65	1.12
<i>m</i> -Chlornitrobenzol	317.5	6.01	2.98	509	3.66	1.13
<i>p</i> -Chlornitrobenzol	356	5.50	2.43	507	3.81	1.18
1-2-4-Chlordinitrobenzol	324	6.26	3.91	—	—	—
1-2-Dichlor-4-Nitrobenzol	316	5.51	3.35	—	—	—
1-3-Dichlor-4-Nitrobenzol	307	5.68	3.55	—	—	—
1-4-Dichlor-2-Nitrobenzol	328	5.41	3.17	540	3.14	1.12
Brombenzol	243	5.75	3.71	427	3.29	1.21
<i>p</i> -Fluorbrombenzol	—	—	—	423	3.09	1.29
<i>o</i> -Bromnitrobenzol	316	5.17	3.30	531.5	3.13	1.19
<i>m</i> -Bromnitrobenzol	329.5	5.00	3.06	524	3.24	1.25
<i>p</i> -Dibrombenzol	362	3.60	2.34	489	2.48	1.20
Jodbenzol	247	4.47	3.69	461.5	2.29	1.01
<i>o</i> -Jodnitrobenzol	323	4.62	3.56	—	—	—
<i>m</i> -Jodnitrobenzol	309	4.76	3.84	—	—	—
<i>o</i> -Nitrotoluol	269	7.55	3.85	491	3.80	1.06
<i>p</i> -Nitrotoluol	330.5	6.56	2.72	509	3.88	1.05
<i>o</i> -Bromtoluol	246	5.41	3.76	452	3.06	1.16
<i>m</i> -Fluortoluol	—	—	—	387.5	4.43	1.26
<i>p</i> -Chlortoluol	280.5	6.61	2.98	435.5	4.43	1.29
Phenol	314	7.11	2.13	453.5	4.73	0.98
<i>o</i> -Nitrophenol	318	6.09	2.66	487.5	3.54	1.01
<i>m</i> -Nitrophenol	369	6.46	2.43	—	—	—
<i>p</i> -Nitrophenol	386	6.98	2.51	—	—	—
1-2-4-Dinitrophenol	387	5.94	2.33	—	—	—
2-4-6-Trichlorphenol	342.5	4.98	2.27	519	3.17	1.21
Thymol	324.5	6.49	3.00	504.5	4.10	1.32
Anisol	236	8.10	3.71	424.7	4.67	1.18
<i>o</i> -Nitroanisol	283	8.04	4.35	545	3.23	0.91
<i>p</i> -Nitroanisol	328	6.90	3.22	532	4.04	1.16
Phenetol	240	7.59	3.86	441	4.29	1.18
<i>p</i> -Nitrophenetol	333	6.47	3.25	556	3.80	1.14

Name der Verbindung	Absolute Schmelztemperatur	Spezifische Kohäsion α^2 beim Schmelzpunkt	K_{sm}	Absolute Siedetemperatur ($p = 1$ Atm.)	Spezifische Kohäsion α^2 beim Siedepunkt	K_k
o-Kresol	303	6.97	2.49	463.2	4.43	1.08
p-Kresol	310	6.69	2.33	473	4.15	0.95
Anethol	294.5	7.53	3.79	503.5	4.26	1.25
Guajakol	295	7.74	3.15	—	—	—
Resorcindimethyläther	221	8.57	5.40	487.5	4.45	1.26
Hydrochinondimethyläther	329	6.97	2.93	—	—	—
Veratrol	295	7.44	3.48	479	4.42	1.27
4-5-Dinitroveratrol	403.5	6.31	3.57	—	—	—
Methylbenzoat	260.5	7.83	4.09	468.2	4.41	1.28
Äthylbenzoat	239	7.55	4.74	483.8	3.84	1.19
Methylsalicylat	264.5	7.20	4.14	496	3.87	1.19
Äthylsalicylat	263	7.01	4.43	504.2	3.75	1.24
Salol	315	7.27	4.94	—	—	—
Methyleinnamylat	309.5	7.52	3.94	526.5	4.20	1.29
Äthyleinnamylat	279.5	7.36	4.64	543	3.62	1.18
Acetophenon	293.5	8.09	3.31	474.5	5.30	1.34
Salicylaldehyd	266	7.86	3.61	465.5	5.01	1.31
Anisaldedyd	275.5	7.98	3.94	520	4.26	1.11
Benzophenon	321.5	7.54	4.27	578	4.24	1.01
2-4-2'-4'-Tetrachlorbenzophenondichlorid	413	4.48	4.07	—	—	—
Anilin	267	9.00	3.14	457	5.70	1.16
m-Nitroanilin	385	7.35	2.63	559	5.23	1.29
o-Chloranilin	273	7.18	3.35	483.5	4.76	1.25
p-Chloranilin	343	6.68	2.48	505	4.82	1.22
Monomethylanilin	216	8.94	4.43	468.5	5.03	1.15
p-Nitro-monomethylanilin	425	7.89	2.82	—	—	—
Dimethylanilin	273.5	8.35	3.69	464	4.92	1.28
Diisobutylanilin	—	—	—	523	3.00	1.18
o-Toluidin	250	9.07	3.89	470.4	4.84	1.10
3-Nitro-o-toluidin	369	6.80	2.80	—	—	—
5-Nitro-o-toluidin	401	7.97	3.02	—	—	—
3-Nitro-p-toluidin	390	6.40	2.50	—	—	—
Diphenylamin	327	7.56	3.93	—	—	—
Pyridin	221	8.73	2.97	387.5	5.78	1.12
Piperidin	264	7.23	2.33	381	4.90	1.09
α -Picolin	209	9.18	4.09	406.5	5.30	1.21
Chinolin	250.4	8.93	4.60	506	5.00	1.28
Sylvestren	—	—	—	450	2.98	0.90
Tereben	—	—	—	443	3.78	1.16
Furfurol	242	7.80	3.10	435	5.04	1.11
Thiophen	234	6.80	2.35	360	4.71	1.10
Epichlorhydrin	225	7.28	2.98	390	4.68	1.11
Zweite Gruppe.						
Wasser	273	15.48	1.02	373	12.44	0.60
Methylalkohol	176	7.22	1.31	338.5	5.09	0.48
Äthylalkohol	159	7.59	2.20	351.4	4.70	0.61
norm. Propylalkohol	—	—	—	369.7	4.84	0.79
Isobutylalkohol	—	—	—	379.8	4.61	0.89
Ameisensäure	279	6.31	1.04	374	5.29	0.65

Name der Verbindung	Absolute Schmelztemperatur	Spezifische Kohäsion α^2 beim Schmelzpunkt	K_{sm}	Absolute Siedetemperatur ($p = 1$ Atm.)	Spezifische Kohäsion α^2 beim Siedepunkt	K_s
Essigsäure	289.8	5.40	1.12	391.1	3.72	0.57
Monochloressigsäure	335.5	5.14	1.45	460	3.77	0.78
Dichloressigsäure	283.0	4.79	2.16	465.5	3.04	0.84
Äthylformiat	192.5	7.56	1.97	327.3	4.69	0.72
Methylamin	—	—	—	267	6.31	0.73
Dimethylamin	—	—	—	280.5	5.30	0.85
Äthylamin	189.2	7.75	1.85	293	5.76	0.89
Tripopylamin	—	—	—	430	3.35	0.79
Formamid	268	10.5	1.76	468	8.10	0.78
Nitromethan	249	6.86	1.64	375	4.98	0.81

Dritte Gruppe.

Triacetin	—	—	—	533	3.28	1.34
Tributyryn	—	—	—	559	3.02	1.63
Tricaprylin	282	6.33	10.60	—	—	—
Tricaproin	213	6.75	12.20	—	—	—
Tricaprin	304.1	6.13	11.40	—	—	—
Trilaurin	319.5	6.84	13.50	—	—	—
Tripalmitin	338.1	7.06	16.70	—	—	—
Tristearin	344.6	7.09	17.70	—	—	—
Triolein	ca. 256	8.60	29.70	—	—	—
Dimethyltartrat	321	6.71	3.72	553	4.57	1.47
Lävulinsäure	306	7.06	2.68	426.5	5.90	1.60
Nitrosomethylanilin	286	8.00	3.81	401	6.48	2.19
Benzylbenzoat	286	7.93	5.88	581	5.17	1.89
Triisobutylamin	249	6.28	4.67	462	3.50	1.40

Anorganische Verbindungen.

Schwefelmonochlorid	197	ca. 6.3	4.20	411	3.77	1.23
Phosphortrichlorid	183	4.55	3.41	349	3.02	1.17
Phosphortribromid	233	3.16	3.66	443	3.57	2.18
Arsenrichlorid	260	4.19	2.98	403.5	3.10	1.36
Arsentribromid	304	3.13	3.22	494	2.30	1.45
Antimontrichlorid	346.2	3.79	2.46	496	2.94	1.29
Wismuttrichlorid	506	3.78	2.35	—	—	—
Wismuttribromid	490	2.96	2.70	726	2.28	1.40
Stannoehlorid	523	3.04	1.10	876	ca. 4.9	ca. 1.1
Lithiumfluorid	1117	28.40	0.06	—	—	—
Lithiumehlorid	887	18.80	0.89	—	—	—
Lithiumsulfat	1122	22.70	2.22	—	—	—
Lithiumnitrat	527	13.50	1.75	—	—	—
Natriumfluorid	1253	21.14	0.70	—	—	—
Natriumehlorid	1074	14.90	0.81	—	—	—
Natriumbromid	1034	9.29	0.92	—	—	—
Natriumjodid	936	6.51	1.08	—	—	—
Natriumsulfat	1157	19.40	2.39	—	—	—
Natriummolybdat	930	15.6	3.34	—	—	—
Natriumwolframat	967	10.66	3.20	—	—	—
Natriumnitrat	581	12.80	1.86	—	—	—
Natriummetaphosphat	892	18.80	1.46	—	—	—
Kaliumfluorid	1129	15.20	0.78	—	—	—

Name der Verbindung	Absolute Schmelztemperatur	Spezifische Kohäsion α^2 beim Schmelzpunkt	K_{sm}	Absolute Siedetemperatur ($p = 1$ Atm.)	Spezifische Kohäsion α^2 beim Siedepunkt	K_s
Kaliumchlorid	1041	13.00	0.93	—	—	—
Kaliumbromid	1006	8.54	1.01	—	—	—
Kaliumjodid	954	6.49	1.13	—	—	—
Kaliumsulfat	1340	15.50	2.01	—	—	—
Kaliumbichromat	669	13.00	5.71	—	—	—
Kaliummolybdat	1192	13.00	2.60	—	—	—
Kaliumwolframat	1194	10.30	2.81	—	—	—
Kaliumnitrat	612	12.40	2.05	—	—	—
Kaliummetaphosphat	1083	20.70	2.25	—	—	—
Rubidiumfluorid	1033	9.24	1.02	—	—	—
Rubidiumchlorid	999	9.46	1.13	—	—	—
Rubidiumbromid	956	6.86	1.19	—	—	—
Rubidiumjodid	915	5.83	1.34	—	—	—
Rubidiumsulfat	1347	10.73	2.04	—	—	—
Rubidiumnitrat	579	8.91	2.24	—	—	—
Cäsiumfluorid	953	6.03	0.96	—	—	—
Cäsiumchlorid	919	6.60	1.20	—	—	—
Cäsiumbromid	909	5.42	1.27	—	—	—
Cäsiumjodid	894	4.80	1.39	—	—	—
Cäsiumsulfat	1292	7.59	2.13	—	—	—
Cäsiumnitrat	687	6.78	1.92	—	—	—
Thallonitrat	479	4.89	2.69	—	—	—

§ 41. Indem wir die hier erhaltenen Resultate zusammenfassen, ist es ersichtlich, daß hier tatsächlich nur von einer annähernden Regel, keineswegs von einem strengen „Gesetz“ die Rede ist. In der ersten Gruppe ist der Mittelwert für $K_k = 1.12$, für $K_s = 3.38$; der Mittelwert beim Schmelzpunkt ist deshalb dreimal so groß als jener beim Siedepunkt.

Die Abweichungen erreichen beim Siedepunkt ca. $\pm 16\%$ des Mittelwertes, beim Schmelzpunkt viel mehr. Jedenfalls bestätigt sich die Regel beim Siedepunkt viel besser als beim Schmelzpunkt, was auch von vornherein wahrscheinlich war. In der zweiten Gruppe finden sich Alkohole, Säuren, Amine und das Wasser — alles Substanzen, für die eine Assoziation auch aus anderen Gründen sehr wahrscheinlich ist. In der dritten Gruppe findet man u. a. die neutralen Triglyceride der Fettsäuren; eine Erklärung für die sehr hohen K -Werte ist schwierig zu geben; aber es scheint, daß jedenfalls die hohen Molekulargewichte hier schwer ins Gewicht fallen. Abnorm klein und ohne Regelmäßigkeit sind aber die Werte für K_s bei den Metallsalzen. Bemerkenswert ist, daß bei

den Alkalihalogeniden K_s , im allgemeinen mit steigendem Atomgewicht des Halogens zunimmt:

	Li	Na	K	Rb	Cs
F	0.66	0.70	0.78	1.02	0.96
Cl	0.89	0.81	0.93	1.13	1.20
Br	—	0.92	1.01	1.19	1.27
I	—	1.08	1.13	1.34	1.39

Die Sonderstellung der Metallsalze ist auch aus diesen Daten ganz deutlich. Im allgemeinen sind daher die von WALDEN gefundenen empirischen Regeln auch hier bestätigt worden. Ob man aber ein Recht hat, aus den beobachteten Abweichungen der Mittelwerte den „Assoziationsgrad“ der bezüglichen Flüssigkeiten zu berechnen, kann recht fraglich erscheinen, namentlich im Zusammenhang mit dem, was darüber früher gesagt wurde.

Zusammenfassung.

§ 42. Wenn wir die Resultate dieser vorläufig beendeten Arbeit jetzt zum Schluß noch einmal zusammenstellen, so läßt sich folgendes hervorheben: 1. Es wurde eine experimentelle Methode entwickelt, welche es ermöglicht, die spezifische und molekulare Oberflächenenergie von Flüssigkeiten bei Temperaturen zu untersuchen, welche im ganzen ein Gebiet von ca. 1700° C umfassen; die Genauigkeit ist - bei extremen Temperaturen nicht geringer als bei niederen Temperaturen.

2. Es wurden Messungen angestellt an ca. 200 organischen Flüssigkeiten zwischen -80° C und 250° C, und an ca. 50 anorganischen Schmelzen zwischen 300° C und 1650° C.

3. Die Beobachtungen von früheren Autoren und besonders die, welche sich auf den Temperaturkoeffizienten der molekularen Oberflächenenergie beziehen, wurden in den meisten Fällen bestätigt gefunden, sowie auch die empirischen Regeln von WALDEN. Dagegen erscheint die lineare Temperaturabhängigkeit der molekularen Oberflächenenergie in den meisten Fällen als fraglich, und ebenso die öfters vorgeführten Berechnungen des Assoziationsgrades der Flüssigkeiten aus den Abweichungen von der EÖTVÖS-RAMSAYSchen Konstante.

4. Es wurde hervorgehoben, daß aus den abnorm kleinen Temperaturkoeffizienten der molekularen Oberflächenenergie bei geschmolzenen Metallsalzen keineswegs auf einen hohen Assoziationsgrad dieser Salze geschlossen zu werden braucht, weil dieselben als Elektrolyten eine Sonderstellung einnehmen und das Gesetz der korrespondierenden Zustände für sie wohl kaum gelten kann.

5. Es wurden die χ -t- und μ -t-Kurven der im Substitutionsverband stehenden chemischen Molekülarten miteinander verglichen und eine Reihe von regelmäßigen Beziehungen dabei festgestellt. Besonders wurde auf den Einfluß der elektronegativen Substitutionen in bezug auf die Vergrößerung der Oberflächenenergie bei der Substitution hingewiesen und die Sonderstellung der Metallsalze auch in dieser Hinsicht klar hervorgehoben.

Groningen (Holland), Laboratorium für anorganische und physikalische Chemie der Reichs-Universität, September 1916.

Bei der Redaktion eingegangen am 20. November 1916.